المملكـة العربيــة الســعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تقنية مدنية

مساحة

١٠٢ مدن

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " مساحة " لمتدربي قسم" تقنية مدنية " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تعتبر المساحة علم يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض، و من خلالها يمكن قياس المسافات الأفقية و الرأسية بين النقط، وقياس الزوايا الأفقية و الرأسية بين الخطوط و النقط و كذلك تعيين اتجاهات الخطوط. و يمكن أيضاً إنشاء أو توقيع نقط من واقع قياسات زاوية و مسافة سبق تعيينها. و الغرض الأساسي من علم المساحة هو إنشاء و رسم الخرائط التي بواسطتها يمكن تحديد مواقع الأعمال الهندسية و تخطيطها و إنشائها و من أهمها الجسور و السدود و الطرق و المطارات و الإنشاءات الهامة.

تهدف حقيبة المساحة إلى إعطاء طلاب الكلية التقنية، تخصص تقنية مدنية و معمارية، والقدرة على فهم المبادئ الأساسية للمساحة و كيفية استخدام الأجهزة المساحية لتنفيذ الأعمال المطلوبة في مراحل المشروع المختلفة أو أعمال الرفع و عمل الميزانية أو تنزيل المخططات.

و بعون الله و توفيقه نأمل أن تكون الحقيبة بمثابة مرجع يمكن أن يزود الطلبة بمعلومات ضرورية في هذا المجال. و تحتوي هذه الحقيبة على ثمانية فصول موزعة كالتالي:

- يتضمن الفصل الأول مقدمة عامة في المساحة و يحتوي على المبادئ الأساسية للمساحة ومختلف أنواعها و وحدات القياس و طرق تدوين الأرصاد المساحية.

- يشمل الفصل الثاني طرق قياس المسافات الأفقية و الأدوات المستخدمة في قياس هذه المسافات.

- يتطرق الفصل الثالث إلى المساحة التفصيلية و أنواع المقاييس و الخرائط المساحية واستعمالها.

- يشمل الفصل الرابع طرق قياس الزوايا و الاتجاهات و أجهزة قياس الزوايا المستعملة.

- يتطرق الفصل الخامس إلى أعمال الميزانية و عمل المخططات الكنتورية للمشاريع الهندسية.

- يتناول الفصل السادس حساب الحجوم و تسوية الأراضي باستعمال قوانين حجوم الأجسام الهندسية و حساب الحجوم في القطاعات الطولية و العرضية أو في الميزانية الشبكية أو من خطوط الكنتور.
- الفصل السابع مخصص للطرق حساب المساحات لمختلف الأشكال الهندسية.
- الفصل الثامن و الأخير يتطرق إلى مجالات استخدام أجهزة المحطة الشاملة و كيفية حساب مساحة التضليع بواسطة جهاز المحطة الشاملة .

و لقد زودت الحقيبة في آخرها بعدد من المراجع التي استقيت منها بعض المعلومات و الأفكار و لقد زودت كذلك بملحق يضم جداول بعض العلاقات الرياضية.

و في الأخير نرجو من الله العلي القدير أن يسدد خطانا و أن يجعل في هذه الحقيبة النفع الكثير و نأمل أن نكون قد وفقنا في إعدادها و قدمنا ما يفيد الطلبة و العاملين في مجال المساحة.

مساحة

مقدمة عامة في المساحة

مقدمة عامة في المساحة

١

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة :

تعلّم مختلف المبادئ الأساسية للمساحة، أنواع المساحة و مجالاتها و الخطوات الرئيسية للرفع المساحي و القياسات المساحية و وحداتها وطرق تدوين الأرصاد المساحية.

الأهداف :

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- المساحة و مجالاتها .
- أنواع المساحة .
- المبادئ الأساسية للمساحة .
- الخطوات الرئيسية للرفع المساحي .
- القياسات المساحية و وحداتها .
- طرق تدوين الأرصاد المساحية .

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100%**.

الوقت المتوقع للفصل: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات .

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية -١ .

مقدمة عامة في المساحة

1. تعريف المساحة

المساحة هي فن قياس المسافات الأفقية و الرأسية بين النقط أو قياس الزوايا الأفقية و الرأسية بين الخطوط و النقط و تعيين اتجاهات الخطوط و توقيع نقط من واقع قياسات زاوية و طولية سبق تعيينها. و المساحة يمكن تعيينها على نطاق أكبر أتساعاً بأنها فن و علم يبحث في الطرق المختلفة لتمثيل سطح الأرض وما تحتويه من معالم طبيعية كالأنهار و الهضاب و الجبال و البحار و القارات أو صناعية كالمباني و القرى و الطرق و السكك الحديدية و حدود الدول و الملكيات الخاصة و العامة و المنشآت الهندسية الأخرى مثل السدود و استصلاح الأراضي و الأنفاق، ثم ترسم على خريطة بمقياس رسم معين يوافق الغرض المرسومة من أجله الخريطة.

و نستعين في الرسم باصطلاحات خاصة متفق عليها. كما يجب تمثيل الأرض مبينا مقدار الارتفاعات و الانخفاضات في سطحها ، وجمع المعلومات و نقلها من سطح الأرض إلى الخريطة يسمى عملية الرفع أي رسم المسقط الأفقي لها و عكس ذلك هو توقيع معلومات في أماكن محددة على سطح الأرض و المقصود بتوقيع المعلومات هو نقلها من الخريطة إلى سطح الأرض.

2. أنواع المساحة

تقام الأعمال المساحية للأغراض المدنية في حالات ثلاث :

- عند قياس الأراضي و تحديد الملكيات .
- عند تصميم و تنفيذ المشاريع الهندسية .
- لجمع المعلومات و تخزينها في خرائط.

يمكن تصنيف المساحة في شكلين اثنين :

- حسب الطريقة المتبعة في أخذ القياسات أي حسب طرق تنفيذ أعمال المساحة
- حسب الغرض الذي تقام من أجله المساحة.

1.2. تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها

المساحة عموما إما مساحة حقلية Field Surveying و تسمى أيضا مساحة أرضية أو مساحة ميدانية. يتم فيها أخذ القياسات من سطح الأرض. أو مساحة جوية Aerial Surveying يتم فيها أخذ القياس من صور جوية ملتقطة لسطح الأرض.

أ. المساحة الحقلية Field Surveying

المساحة الحقلية أو المساحة الميدانية هي أعمال القياس التي تتم على سطح الأرض و تأخذ فيها القياسات من السطح مباشرة بأْستعمال أجهزة قد تكون بسيطة أو متقدمة.

و تنقسم عادة إلى قسمين هما المساحة المستوية و المساحة الأرضية (الجيوديسية).

- **المساحة المستوية Plane Surveying**

هي علم تحديد مواقع على سطح الأرض أو قريبا منها لبيان الحدود و المعالم الطبيعية و الغير طبيعية لأجزاء من سطح الأرض ثم تمثيل هذه المعالم في رسومات أو خرائط على أساس أن سطح الأرض مستوى في المنطقة المراد رفعها و فيه تهمل كروية الأرض، و هذا الإهمال لا ينتج عنه خطأ يذكر في المساحات التي لا تزيد عادة عن ٢٥٠ كيلومتر مربع أو عندما تكون الدقة المطلوبة ليست عالية. و يفترض في المساحة المستوية ما يلي:

- أقصر خط بين نقطتين على سطح الأرض هو خط مستقيم غير مقوس.
- زاوية التقاطع بين أي خطين مستقيمين هي زاوية مستوية و ليست زاوية كروية.
- جميع خطوط الجاذبية موازية لبعضها و متعامدة على سطح الأرض.

و المساحة المستوية هي التي تستعمل في الأعمال الإنشائية و الهندسية مثل بناء الطرق و السكك الحديدية و المنشآت الأخرى.

- المساحة الأرضية (الجيوديسية) Geodetic Surveying

وهي علم تحديد و قياس حجم و شكل و جاذبية الأرض و اتجاهات الخطوط على سطحها وحساب مسافات أفقية و رأسية بين نقط على سطح بدقة عالية و إيجاد إحداثيات هذه النقط بحيث تدخل كروية الأرض و شكلها الحقيقي و توزيع الكتل داخلها و على سطحها في الاعتبار. تقام المساحة (الجيوديسية) عادة عند مسح مساحات كبيرة من سطح الأرض و يكون من الضروري أخذ شكل الأرض الحقيقي في الاعتبار ، و في الأعمال التي تكون الدقة المطلوبة فيها عالية.

ب- المساحة الجوية Aerial Surveying

وهي المساحة التي تتم من الجو أي من الطائرات أو من مركبات جوية أخرى، ويتم فيها دراسة سطح الأرض وأخذ قياسات عليه ورسم خرائط من صور أو مرئيات جوية ، هناك عدة أنواع من المسح الجوي منها :

- المسح الذي تستعمل فيه الصور الضوئية سواء أكانت ملونة أو غير ملونة ملتقطة بآلات تصوير ضوئي من الجو.
- المسح بالرادار الجوي حيث تستعمل فيه أنظمة خاصة تعرف بأنظمة سلار
- المسح الحراري الذي فيه تسجيل الاختلافات في الإشعاعات الحرارية الصادرة عن الأجسام على سطح الأرض باستعمال أجهزة مسح حراري خاصة لتسجيل البيانات على أشرطة مغناطيسية ثم تحويلها عند الحاجة إلى مرئيات. كما يمكن اعتبار أعمال المساحة التي تتم من الفضاء نوع من أنواع المساحة الجوية فهي تتم بطريقة متشابهة ولكن من الأقمار الصناعية و المركبات الفضائية.

جـ- الرصد الفلكي

يحتاج من يقوم بأعمال المساحة إلى معرفة بالأرصاد و الحسابات الفلكية لتحديد الزمن و المواقع على سطح الأرض، و يعتبر الرصد الفلكي من الأعمال الهامة في المساحة (الجيوديسية) و يتم إما برصد الشمس أو النجم القطبي أو بعض النجوم الأخرى، ثم إيجاد زواياها و حل المثلثات الكروية.

2.2. تصنيف المساحة حسب أغراضها

المساحة تخدم الكثير من المجالات و هذا ما يجعلها قابلة للتصنيف حسب المجال الذي تستعمل فيه كما يلي:

أ- المساحة الطبوغرافية Topographic Surveying

و هي المساحة التي تقام من أجل تجميع معلومات عن سطح الأرض بغرض إعداد خرائط طبوغرافية، و يتم فيها تحديد و إقامة الضوابط الأرضية Ground Control Points التي تبين الإحداثيات لنقاط معلومة على سطح الأرض تستعمل كمرجع لأعمال المساحة الأخرى.

ب- المساحة التفصيلية Cadastral Surveying

وهي المساحة التي تقام من أجل رسم خرائط تفصيلية للمعالم الموجودة في الخرائط الطبوغرافية ويشمل هذا النوع من المساحة إيجاد حدود الملكيات العامة و الخاصة و النقط الدالة على الحدود وتسجيلها و ربطها بالنقط المساحية الرسمية للبلاد.

جـ- مساحة المسارات Route Surveying

و تعرف كذلك بمساحة المسالك و تقام لغرض تصميم و تنفيذ المشاريع الهندسية ذات الشكل الطولي و ذات العلاقة بالمواصلات مثل إنشاء الطرق و السكك الحديدية و مد الأنابيب و مد خطوط الكهرباء.

د- المساحة الهيدروغرافية Hydrographic Surveying

وهي المساحة التي تشمل الأعمال التي نحتاج إليها لتخريط سواحل الأجسام المائية و قيعانها و قياس أعماق المياه و كميات تدفق المياه في الأنهار و إيجاد متوسط منسوب سطح البحر و قياس التيارات المائية و المد و الجزر. و تستعمل المساحة الهيدروغرافية في إعداد الخرائط البحرية.

هـ- مساحة المناجم **Mine Surveying**

و هي المساحة التي تقام في المناجم و يتم فيها ربط المعالم الموجودة تحت الأرض و داخل المناجم بالمعالم الموجودة على سطح الأرض.

م- المساحة الهندسية **Engineering Surveying**

يطلق هذا النوع على أعمال المساحة المستخدمة لأغراض التصميم لأي مشروع هندسي سواء في حقل المواصلات (طرق، سكك، مطارات)، المياه (سدود، أقنية)، مباني، مجاري..أو ما شابهها. و يمكن القول: أن تخطيط و توقيع الأعمال الهندسية لأي مشروع يدخل ضمن مجال المساحة الهندسية.

3. مصطلحات أساسية و تعاريف

هناك بعض المصطلحات و التعاريف المهمة في المساحة و التي يجب معرفتها بغية فهم أكبر لطبيعة و دقة القياسات التي تجرى على سطح الأرض لغايات المسح الطبوغرافي و الجيولوجي و الهيدرولوجي ..إلخ. ونذكر على سبيل المثال ما يلي:

- الاهليلج الدوراني **Ellipsoid of Revolution**

الاهليلج الدوراني هو الشكل التقريبي المقبول للأرض و هو أقرب ما يكون إلى شكل الكرة و الفارق الأساسي بينهما هو أن الاهليلج الدوراني مفلطح عند خط الاستواء و منبسط قليلا عند القطبين.

- الشاقول **Plumb Bob**

الشاقول عبارة عن قطعة معدنية (من النحاس على سبيل المثال) مخروطة الشكل ينتهي طرفها السفلي المدبب برأس فولاذية ليقيها من الصدمات في المواقع الصخرية. عند تعليق هذه القطعة المعدنية بخيط قوي فإن اتجاه خيط الشاقول هذا يكون وفق اتجاه الثقالة أي وفق اتجاه محصلة القوتين، قوة الجاذبية الأرضية و قوة الطرد المركزي الناتجة عن دوران الأرض. يستعمل الشاقول لأغراض هامة متعددة منها تسهيل قياس المسافات الأفقية فوق الأراضي المنحدرة ، إقامة خطوط رأسية في نقاط معينة، إسقاط النقاط من مستويات عالية على مستويات أخفض و العكس صحيح.

- **الخط الرأسي Vertical Line**

الخط الرأسي عند أي نقطة على سطح الأرض هو الخط الذي يتبع اتجاه الجاذبية الأرضية في تلك النقطة، و يطلق عليه أيضاً خط الشاقول. و كل نقطة على الأرض يمر بها خط رأسي واحد ، إلا أن تلك الخطوط الرأسية لا تتوازى و لا تتقاطع في نقطة واحدة و ذلك بسبب اختلاف الشروط المحلية لكل نقطة و الناجمة عن عدم توزع الكثافة على سطح الأرض بشكل منتظم. بسبب هذا فإن مركز الجاذبية الأرضية لا ينطبق مع المركز الهندسي للأرض (نقطة تقاطع المحور الكبير و المحور الصغير).

- **الخط الأفقي Horizontal Line**

الخط الأفقي في نقطة ما هو ذلك الخط المستقيم و المتعامد على اتجاه خط الشاقول المار بتلك النقطة. و يوجد عدد غير محدود من الخطوط الأفقية يمر من النقطة الواحدة.

- **المستوى الأفقي Horizontal plane**

المستوى الأفقي المار بنقطة ما هو ذلك المستوى المتعامد مع اتجاه خط الشاقول في تلك النقطة. و يمر مستوى أفقي واحد فقط في أي نقطة محددة.

- **المستوى الرأسي Vertical Plane**

المستوى الرأسي المار بنقطة ما هو ذلك المستوى الحاوي على الخط الرأسي المار بتلك النقطة. إن أي نقطة يمكن أن يمر بها عدد غير محدود من المستويات الرأسية.

- **السطح المستوي Level Surface**

هو السطح الذي يتعامد في جميع نقاطه مع اتجاه الجاذبية الأرضية.

- **الخط المستوي Level Line**

هو الخط المنطبق على السطح المستوي و بالتالي يتعامد مع الجاذبية في جميع نقاطه.

- المسافة الأفقية **Horizontal Distance**

المسافة الأفقية بين نقطتين هي المسافة بين مسقطي النقطتين على مستوى أفقي ماراً بنقطة ما مرجعية.

- المسافة الرأسية **Vertical Distance**

المسافة الرأسية هي المسافة المقاسة في المستوى الرأسي.

- الزاوية الأفقية **Horizontal Angle**

الزاوية الأفقية بين خطين متقاطعين في نقطة هي الزاوية المحصورة بين المسقطين الأفقين لهذين الخطين.

- الزاوية الرأسية **Vertical Angle**

هي الزاوية المحصورة بين خطين متقاطعين واقعين في مستوى رأسي. يمكن أن تكون الزاوية الراسية زاوية ارتفاع أو بمعنى آخر عندما يكون أحد ضلعيها أفقيا و الآخر يتجه للأعلى. و يمكن أن تكون زاوية انخفاض عندما يكون أحد ضلعيها أفقيا و الآخر يتجه للأسفل.

- الزاوية السمتية **Zenith Angle**

هي الزاوية التي تقاس بدءاً من الاتجاه العلوي للخط الرأسي على الخط المطلوب و هي تتراوح بين الصفر و 180 درجة.

- منسوب نقطة **Elevation of a Point**

منسوب نقطة ما هو مقدار البعد الرأسي بين هذه النقطة و سطح مستوى مرجعي كالمستوى الوسطي للبحار.

- فرق المنسوب **Elevation Difference**

فرق المنسوب بين نقطتين هو مقدار ارتفاع إحداهما عن الأخرى، أي المسافة الرأسية بين سطحي التسوية المارين بهما.

4. المبادئ الأساسية للمساحة

هناك مبدأن أساسيان ترتكز عليهما مختلف أعمال و طرق المساحة وهما:

العمل من الكل إلى الجزء و فيه يتم مسح منطقة شاسعة باختيار نقاط ضبط أساسية (نقاط مرجعية) و على مسافات كبيرة نسبياً بينهما ثم يجرى تعيين مواقعها بدقة عالية و ذلك بالاستعانة بطريقة المثلثات أو المضلعات أو غيرها من الطرق. و على سبيل المثال لنفرض أن هذه النقاط حددت مواقعها بواسطة طريقة المثلثات فإنه يجرى تجزئة هذه المثلثات الأساسية إلى مثلثات أصغر فأصغر و يتم تعيين مواقع رؤوس المثلثات الجديدة بدقة أقل فأقل. إن هذا الأسلوب من التسلسل في العمل، من المساحات الكبيرة إلى المساحات الصغيرة و من القياس بدقة عالية إلى القياس بدقة تنخفض تدريجيا من شأنه أن يساعد في منع تراكم الأخطاء و في الكشف عن الأخطاء الصغيرة و ضبطها. و العكس غير صحيح أي بمعنى آخر عند المسح تتم العملية من الجزء إلى الكل فإن الأخطاء الصغيرة تكبر مع اتساع المساحة و تصبح في النهاية غير قابلة للضبط.

تعيين موقع أي نقطة أخرى في الحقل و رسمها في موقعها الصحيح في ورقة الرسم عن طريق تعيين موقعها بالنسبة للنقطتين السابقتين. هذه القياسات التي تتم لتعيين نقاط جديدة ، تستند على نقاط مرجعية محيطة تم اختيارها و تحديدها سلفا بقياسات خطية (قياس مسافتيان من نقطتين معلومتين)، زاوية (قياس اتجاهان من نقطتين معلومتين)، أو خطية و زاوية معا (قياس اتجاه من نقطة و مسافة من نقطة أخرى، أو قياس اتجاه و مسافة من نقطة معلومة).

5. الخطوات الرئيسية للرفع المساحي

تتألف العمليات المساحية اللازمة لرفع منطقة من الأرض من الخطوات الرئيسية التالية:

1- إنشاء هيكل أو شبكة رئيسية من الخطوط المستقيمة ورفعها مساحيا. وذلك باختيار مجموعة من نقاط الضبط الرئيسية و تعيين مواقعها بدرجة عالية من الدقة. و عادة يراعى أن تكون تلك النقاط على مواقع مشرفة من المنطقة و على مسافات كبيرة نسبيا .

2- إنشاء هيكل أو شبكية ثانوية و رفعها مساحيا. و ذلك باختيار مجموعة من نقاط الضبط الثانوية و تعيين مواقعها النسبية بالنسبة لنقاط الضبط الرئيسية.

3- رفع المعالم و التفاصيل المطلوبة (مباني، طرق، و غيرها) و ذلك بقياس مواقعها النسبية بالنسبة لنقاط الضبط الثانوية. و في هذه المرحلة يمكن استخدام طرق أقل دقة.

و عادة يمكن الاستغناء عن شبكات نقاط الضبط الثانوية في المناطق المحدودة الأتساع إذا كانت شبكة نقاط الضبط الرئيسية قريبة من المعالم. كما يمكن الاستغناء عن كلتا الشبكتين في بعض الحالات التي تسمح بذلك خصوصا إذا كانت المنطقة بسيطة التفاصيل أو صغيرة و محدودة.

و هناك أشكال مختلفة من الشبكات و هي تعتمد على طبيعة المنطقة المراد رفعها و نوع العمل المطلوب والطريقة المراد استخدامها في الرفع.

6. القياسات المساحية و وحدتها

1.6 القياسات المساحية

تنقسم أعمال المساحة أساساً إلى ثلاثة قياسات رئيسية هي: قياس المسافات و قياس الاتجاهات وقياس الارتفاعات. لتحديد موقع لأي نقطة على سطح الأرض، وهذا من الأعمال المساحية الأساسية، فإنه لابد من تحديد الإحداثيات الثلاث (س،ص،ع) لهذه النقطة، أي تحديد الموقع الأفقي (س، ص) و هو بعد النقطة في أفقي عن نقطة مقارنة معينة، و البعد الرأسي (ع) مقارنة معين. كذلك فإنه لتحديد أي

خط على سطح الأرض أو قريبا منه علينا تحديد اتجاه هذا الخط بالنسبة لخط مقارنة معين بالإضافة إلى تحديد موقع نقطة من النقط التي تقع على هذا الخط.

٢،٦. وحـدات القـيـاس Units of Measurement

نعني في المساحة بوحدات القياس تلك التي نعبر بواسطتها عن مقادير كل من الأطوال و الزوايا والاتجاهات و المساحات و الحجوم. بالنسبة للأطوال و المساحات و الحجوم نستعمل النظام المتري. و وحدة القياس في هذا النظام هي المتر و تقاس المساحة في هذا النظام بالمتر المربع أو بالهكتار الذي يساوي 10000 متر مربع. وهناك أيضا النظام الإنجليزي الذي يعتبر فيه القدم هو الوحدة الأساسية لقياس الأطوال في هذا النظام و هو يساوي ١٢ بوصة (أنش) و يساوي ثلث ياردة، أي أن الياردة الواحدة تساوي ثلاثة أقدام. كذلك فإن الميل يساوي ٥٢٨٠ قدم. أما المساحات في هذا النظام فتقاس بالقدم المربع أو بالأيكر الذي يساوي ٤٣٥٦٠ قدم مربع. أما الحجم في هذا النظام فيقاس الاقدم المكعب أو البوصة المكعبة. الجدول ١،١ و الجدول ٢،١ يبينان الاختلاف بين وحدات القياس في النظام الإنجليزي (English System) و النظام المتري (Metric System).

الجدول **1.1:** وحدات القياس في النظام المتري و النظام الإنجليزي (وحدات قياس الأطوال)

	النظام المتري	النظام الإنجليزي
وحدات قياس الأطوال Units of length measurement	1 mile = 5280 feet 1 mile = 1760 yard 1 mile = 320 rods 1 mile = 80 chains 1 foot=12 inches 1 yard= 3feet 1 rod=16.5 feet 1 chain=66 feet 1 chain =100 links 1 foot=0.3048 m 1 km=0.62137 miles 1 inch=25.4 mm	1 Kilometer = 1000 meters 1 meter =100 centimeters 1 centimeter = 10 millimeters 1 decimeter = 10 centimeters

الجدول 2.١: وحدات القياس في النظام المتري و النظام الإنجليزي (وحدات قياس المساحات و الحجوم)

	النظام الإنجليزي	النظام المتري
وحدات قياس المساحات Units of area measurement	1 acre = 43560 ft^2 1 acre=10 square chains 1 are = 100 m^2 1 hectare=2.471 acres 1 km^2=247.1 acres	1hectare (ha)= 1000 m^2 1 square kilometer =1000000 m^2 1 square kilometer = 100 hectares 1 hectare = 100 ares
وحدات قياس الحجوم Units of Volume measurement	Cubic inch, Cubic feet, Cubic yard	Cubic centimeter, Cubic meters
وحدات قياس الزوايا Units of angles measurement	revolution = 360degrees 1 degree=60 minutes 1 minute=60 seconds	1 revolution = 360degrees 1 degree=60 minutes 1 minute=60 seconds

بالنسبة لقياس الزوايا فتعتبر الدائرة هي الأساس في قياس الزوايا. فأية زاوية قد يكون مقدارها دائرة أو جزء من الدائرة. و هناك ثلاثة أنظمة رئيسية للتعبير عن الزوايا هي:

- النظام الستيني و فيه تساوي الدائرة ٣٦٠ درجة ستينية و تساوي فيه الزاوية القائمة ٩٠ درجة ستينية. و يرمز لهذا النظام في الحسابات الإلكترونية بالرمز DEG و هو اختصار لكلمة Degree أي درجة ستينية.

- النظام المئوي و فيه تساوي الدائرة ٤٠٠ درجة مئوية و تساوي الزاوية القائمة فيه ١٠٠ درجة مئوية و يرمز له الحسابات الإلكترونية بالرمز GRA و هو اختصار لكلمة Gradient التي تعني درجة مئوية.

- النظام الدائري الذي تساوي فيه الدائرة 2π حيث π هي نسبة ثابتة تساوي النسبة بين محيط الدائرة و قطرها ، و تساوي الزاوية القائمة في هذا النظام $\frac{\pi}{2}$ درجة دائرية.

٣،٦. العلاقة بين وحدات الزوايا

الجدول ٣،١: العلاقة بين النظام الستيني، النظام المئوي، و النظام الدائري.

	درجة ستينية	درجة مئوية	درجة دائرية
الدائرة	360	400	2π
نصف دائرة	180	200	π
الزاوية القائمة	90	100	$\pi/2$
ربع دائرة	45	50	$\pi/4$

ملاحظة: تنقسم الدرجة الستينية إلى دقائق و ثوان و أعشار بحيث تكون: الدرجة الستينية الواحدة 60 دقيقة و الدقيقة الواحدة تساوي 60 ثانية.

الدرجة الستينية = 1.11111 درجة مئوية

الدرجة المئوية = 0.9 درجة ستينية = 54 دقيقة

الدرجة الدائرية = 57.29578 درجة ستينية = "57°17'45

7. طرق تدوين الأرصاد المساحية

إن طرق تدوين الأرصاد المساحية كثيرة و متعددة ، و أولى الخطوات التي يتبعها المساح هي تدوين الكثير من القياسات و الملاحظات في دفتر الحقل عند إجراء العمليات المساحية. و فائدة دفتر الحقل تكمن خصوصاً عند رسم المعالم و التفاصيل أو عند إجراء الحسابات المساحية المطلوبة و يعتبر دفتر الحقل بمثابة وثيقة هامة يعتمد عليها. و لهذا يعتبر التدوين السليم و الدقيق و الواضح لتلك الأرصاد المساحية من الأمور الضرورية. فلا فائدة من القياسات و ما يتبعها من حسابات و رسومات إذا لم تكن دقيقة و ممثلة لواقع الحال. إن درجة ضبط القياسات تتبع نوع و هدف و طبيعة المشروع و بالتالي يجب أن يكون المساح القائم على العمل الميداني على علم مسبق بمتطلبات الدقة.

هناك عدة طرق عامة تساعد في تدوين الأرصاد بشكل واضح و هي:

1.7. الكتابة الوصفية

و فيها يعتمد المساح على الأسلوب الوصفي لما تم عمله ، و يمكن استخدامها عند رفع الأراضي العامة ، و هذا الأسلوب في التدوين ربما يكون معقداً و طويلاً مما يجعل الحصول على القياسات صعبا ، و اللجوء إلى استخدام الرسم و الجدولة المناسبة للقياسات يساهم كثيراً في تبسيط الأرصاد و تجعل الأعمال الحقلية و اضحة.

2.7. تسجيل الأرصاد على رسم كروكي

ينصح الإكثار من عمل الكروكيات خاصة عند عدم القدرة على ترتيب المعلومات وفق جداول و وأشكال واضحة محددة. والجدير بالذكر أنه لا حاجة لاستخدام المقياس في رسم الكروكيات حيث يمكن المبالغة في مقياس بعض التفاصيل بينما يمكن تصغيره في حالات أخرى. و يقتصر استخدام تسجيل الأرصاد على رسم كروكي في العمليات المساحية البسيطة نسبياً كرفع العقارات قليلة الأضلاع. و فيها يرسم كروكي للتفاصيل و توضع القياسات الخطية و الزاوية على الرسم مباشرة.

٣.٧. تسجيل الأرصاد في جداول

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون الأرصاد المساحية كثيرة و صعبة التدوين على الرسم حيث تدون في جداول مناسبة. و يلزم الحرص عند التدوين الحي يوضح بين أي النقاط عملت القياسات. و تستخدم هذه الطريقة في أغلب عمليات التسوية.

٤.٧. تسجيل الأرصاد باستخدام الرسم و الجداول

تستخدم هذه الطريقة في عمليات المسح الشاملة. و فيها تدون الأرصاد في الجداول في الصفحة اليمنى من الدفتر و يوضع الرسم في الصفحة اليسرى. و يجب أن تدون جمع الأرصاد الحقلية في دفتر الحقل مباشرة في الموقع و ليس في أوراق سائبة تنقل فيما بعد. لأن ذلك يعرضها للضياع و الغلاط. و إذا عملت أية حسابات في الحقل فيجب أن توضح في دفتر الحقل كي يمكن التحقق منها فيما بعد. و ينصح في جميع الأحوال، تسجيل زمان و مكان و غرض العمل المساحي بالإضافة على أعضاء الفريق المساحي ومهام كل منهم، و أية معلومات مفيدة مثل الطقس و رقم الجهاز الخاص. فتسجيل تلك المعلومات تفيد كثيرا في الحكم على دقة العمل و تفسير و تصحيح الأخطاء الناتجة من الطقس أو من الأجهزة. أما ذكر أعضاء الفريق و مهام كل منهم فيساعد عند الحاجة إلى الاستفسار أو المناقشة للأرصاد المدونة.

مساحة

قياس المسافات الأفقية

قياس المسافات الأفقية

٢

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : معرفة قياس المسافات بالطرق المباشرة و الغير المباشرة.

الأهداف :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- قياس المسافات بالشريط
- الأخطاء في قياس المسافات و طرق تصحيحها.
- قياس المسافات إلكترونيا.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٥ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات.
- شريط القياس.
- أجهزة إلكترونية لقياس المسافات.

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية –١.

1. مقدمة

يعتبر قياس المسافات بين النقاط المختلفة على سطح الأرض إحد العمليات الأساسية في حقل المساحة. فعلى سبيل المثال لتعيين موقع نقطة ما يستعان بقياس المسافات أو الزوايا أو كليهما معاً. لهذا الغرض فإن قياس المسافات الأفقية يعتمد عليها كثيراً في تعيين مواقع النقاط أو في حساب الكميات المطلوبة، و تحدد المسافات الأفقية بين النقاط إما بقياسها مباشرة أو عن طريق قياس المسافات المائلة و إرجاعها على نظيرتها الأفقية. و يمكن إيجاد المسافات الأفقية حسابيا من المسافات الأفقية الأخرى باستخدام العلاقات الرياضية، مهما تكن أساليب و وسائل قياس المسافات كثيرة و متنوعة فلا بدّ من إرجاع أو تحويل المسافة المقاسة إلى ما يعادلها في المسقط الأفقي.

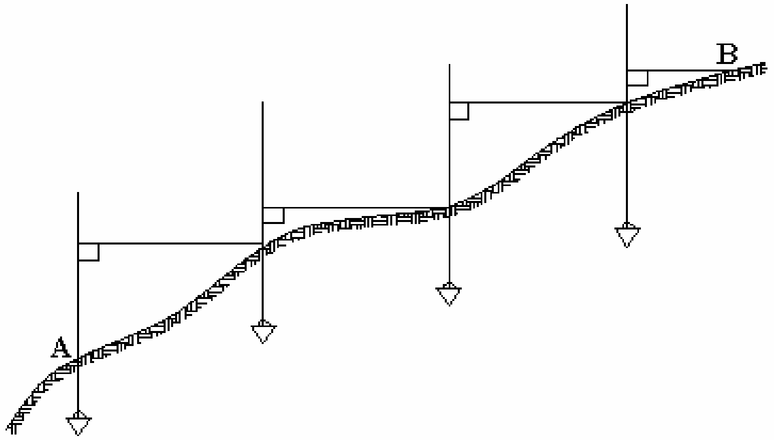
2. قياس المسافات الأفقية Measurement of horizontal distance

يمكن التمييز بين طريقتين رئيسيتين في قياس المسافات الأفقية و هما :

1.2. الطريقة المباشرة Direct Method

في هذه الطريقة، يجرى قياس المسافات بين مختلف النقاط بشكل مباشر ووفق خطوط أفقية. ففي الحالات التي تكون فيها النقاط متباعدة أو طبيعة سطح الأرض وعرة، فإنه يتم تجزئة المسافة الواحدة إلى عدة أقسام ثم تقاس المسافة الأفقية لكل قسم ثم تجمع مع بعضها لتشكل معا المسافة الأفقية المطلوبة.

الشكل 1.2 يبين حالة نقاط متباعدة و طبيعة سطح الأرض وعرة.



الشكل 1.2: قياس المسافات على مراحل في حالة المنحدرات

2.2. الطريقة الغير مباشرة Indirect Method

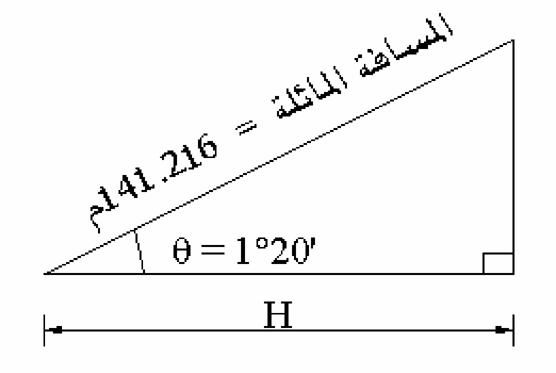
تعتمد هذه الطريقة على تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة و الزاوية الرأسية و يجرى هنا قياس المسافة المائلة S و زاوية الميل أو الزاوية الرأسية θ ثم تشتق المسافة الأفقية H منهما حسب العلاقة:

$$H = S \,.\, \text{Cos}\ \theta$$

مثال ١ :

الشكل 2.2 يبين مسافة مائلة قدرها 141.216 م و زاوية انحدار قياسها درجة و عشرون دقيقة.

أوجد المسافة الأفقية H.



الشكل 2.2 : المسافة المائلة و زاوية الانحدار

الحل :

$$\text{Cos}\ \theta = \frac{H}{S}$$

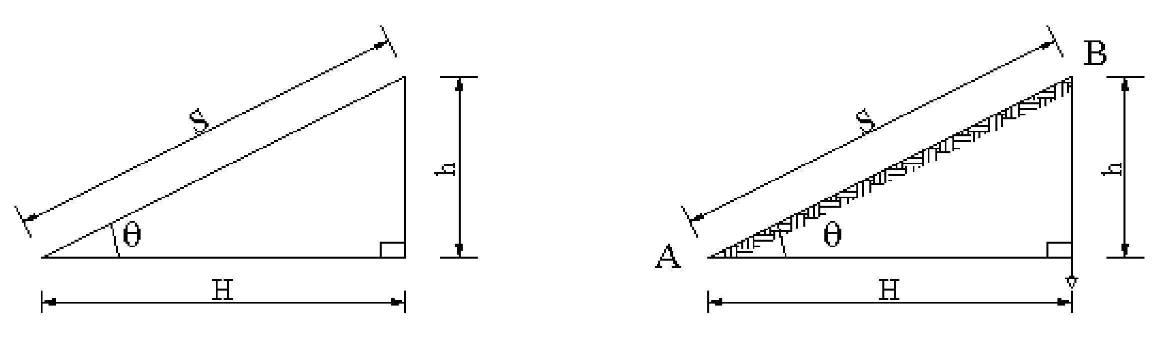
حيث إن،

H - المسافة الأفقية

S - المسافة المائلة

$$H = S\,.\text{Cos}\ \theta\ = 141.216 \text{ x Cos } 1^{\circ}20'\ = 141.178 \text{ m}$$

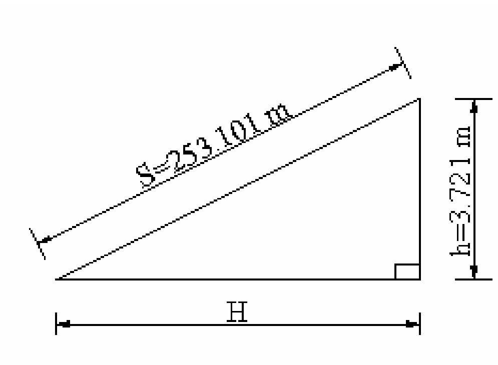
ب- تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة و فرق الارتفاع (الشكل ٣،٢)، **يتم تعيين فرق الارتفاع** أو المنسوب بين النقطتين (h) و كذلك المسافة المائلة بينهما (S) و تحسب المسافة الأفقية من العلاقة :



الشكل ٣،٢ : تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة و فرق الارتفاع

$$H^2 + h^2 = S^2$$
$$H^2 = S^2 - h^2$$
$$H = \sqrt{S^2 - h^2}$$

مـثال ٢ : الشكل ٤،٢ يبين المسافة الأفقية و المسافة المائلة و كيفية تعيين المسافة الأفقية بدلالة هاتين المسافتين.



الشكل 4.2: تعيين المسافة الأفقية من المسافة المائلة

الحل :

لدينا من المعادلات السابقة ما يلي:

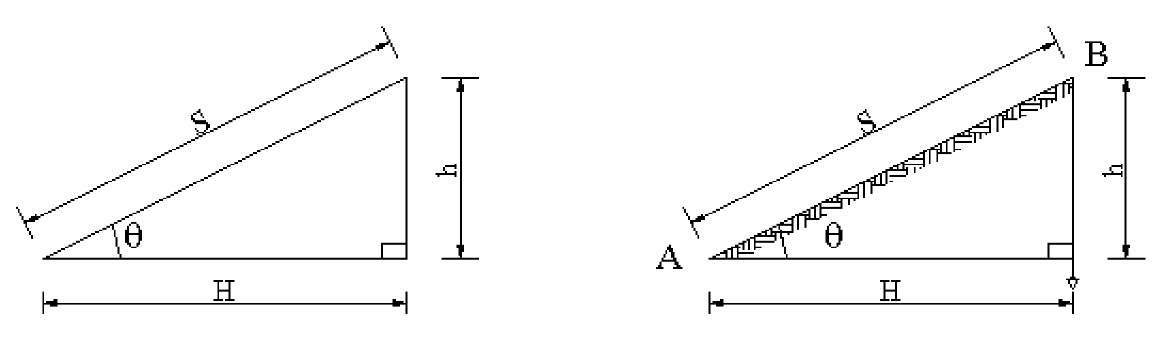
$$H^2 + h^2 = S^2$$
$$H = \sqrt{S^2 - h^2}$$

ومنه نحسب قيمة H :

$$H = \sqrt{253.101^2 - 3.721^2}$$
$$H = 253.074 \text{ m}$$

جـ- تعيين المسافة الأفقية من الزاوية الرأسية و فرق المنسوب.

يمكن تعيين المسافة الأفقية بين نقطتين بدلالة الزاوية الرأسية (θ) و فرق المنسوب (h) بينهما (الشكل 5.2) و ذلك وفق العلاقة التالية:



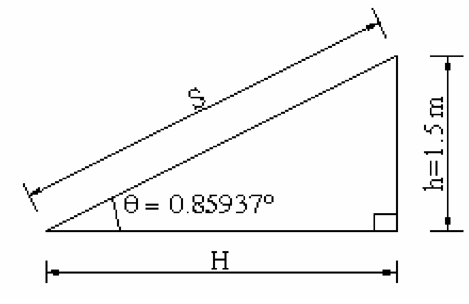
الشكل 5.2: تعيين المسافة الأفقية بين نقطتين بدلالة الزاوية الرأسية (θ) و فرق المنسوب (**h**) بينهما

$$\text{Cotan}\ \theta = \frac{H}{h}$$

$$H = h\,.\text{Cotan}\ \theta$$

حيث إن (Cotan) هي **(ظتا).**

مثال 3: الشكل ٦،٢ يبين منسوب الارتفاع و الزاوية المقابلة له و كيفية تعيين المسافة الأفقية بدلالة هاتين القيمتين.



الشكل 6.2 : يبين منسوب الارتفاع و الزاوية المقابلة له

المعطيات هي :

$$\theta = 0.85937°$$

$$h = 1.5\ m$$

و من المعادلة السابقة نحسب قيمة H :

$$H = 1.5\ .\mathrm{Cotan}\ 0.85937 \quad = 113.268\ m$$

٣. طرق قياسات المسافات Methods of measuring distances

هناك عدة وسائل تقريبية و دقيقة يمكن استخدامها في قياس المسافات و تفضيل إحداهما على الأخرى يعتمد على درجة الدقة المطلوبة و طبيعة منطقة القياس و الإمكانيات المتوفرة من حيث الأجهزة و العاملين عليها. ومن بين الطرق الرئيسية المستخدمة في قياس المسافات هي:

1.3. قياس المسافات باستخدام الخطوة (pacing)

إن طريقة قياس المسافات بالخطوة من أسرع الطرق التقريبية المستخدمة في تقدير المسافات ومن المفضل أن يقتصر استخدام هذه الطريقة على حالات المسافات القصيرة التي لا تتجاوز المائة متر. وتستخدم عندما تكون القياسات التقريبية مقبولة كما في عملية المسح الاستطلاعي و المسح المبدئي. إن دقة الخطوة تعتمد على التمرين و الخبرة و على نوع و طبيعة الأرض التي يجرى عليها القياس. من المفيد أن يتدرب المساح على تحديد مقدار خطواته بأقصى دقة ممكنة و من أجل ذلك يفضل أن تكون الخطوة طبيعية ما أمكن. بدلا من هذا يتوجب على المساح السير الطبيعي عدة مرات بين نقطتين على مسافة معلومة (مائة متر على الأقل) من بعضهما ثم حساب معدّل عدد الخطوات اللازمة لقطع تلك المسافة وبتقسيم المسافة المعلومة على معدّل عدد الخطوات ينتج طول أو مقدار الخطوة الطبيعية الواحدة و الخاصة بذلك المساح.

لإجراء عملية العدّ للخطوات، يمكن استعمال أداة بسيطة يطلق عليها Passometer حيث تعلّق بشكل رأسي في الجيب عند الشروع في القياس. و هناك بعض الأجهزة مثل الـ Pedometer التي يجرى تحديد معدّل طول الخطوة عليها قبل البدء في السير ثم تعلق بشكل رأسي في جيب المسّاح و بعد الانتهاء من قطع المسافة بين النقطتين على الجهاز أوتوماتيكيا. و تختلف مسافة الخطوة من شخص لآخر و كذا من وقت لآخر و من موقع لآخر. فارتفاع الشخص و عمره و طبيعة الأرض من حيث السهولة و الوعورة ..إلخ تؤثر على مقدار الخطوة الواحدة.

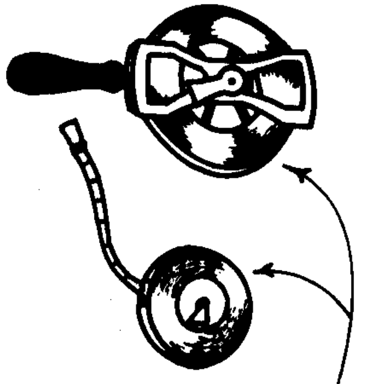
إن المسّاح الجيد و الممارس للقياس بالخطوات يمكنه تحقيق دقة تصل من 1/50 إلى 1/100. و في الحالات التي تكون تجرى عليها القياسات سهلة منبسطة يمكن تحقيق دقة أفضل من ذلك. و خلاصة

القول فإن القياس بالخطوات عمل سريع و رخيص و لا يحتاج إلى أجهزة أو خبرة طويلة أو تدريب شاق و بالتالي يفضل دائما أخذه بعين الاعتبار حسب ظروف و شروط و متطلبات العمل المساحي.

2.3. قياس المسافات بواسطة الأشرطة (Tapes)

يعتبر القياس بوواسطة الشريط أفضل ما يستعمل للقياس المباشر. و الشريط يكون إما من

القماش أو من الصلب.



أ - الشريط الكتاني

عبارة عن شريط من القماش المقوى بأسلاك رفيعة من البرونز (Bronze) أو النحاس الأصفر (Brass) و الأحمر (Copper) يطلق على هذا الشريط أحيانا الشريط المعدني Metallic Tape لاحتوائه على الأسلاك المعدنية بهدف تقويته و لتقييد التشوه الناتج لكثرة الاستعمال و الرطوبة. يوجد الشريط الكتاني على أشكال و أطوال متعددة مثل ١٠ متر، ١٥ متر، ٢٠ متر، ٢٥ متر، ٣٠ متر، ٥٠ متر أما عرضه فيتراوح بين ١,٥ – ١ متر. إن تدريجات الأشرطة الكتانية إما أن تكون وفق النظام المتري أي بالسنتيمترات و الديسيمترات و الأمتار، أو وفق النظام البريطاني أي بالأنشات (Inches) و الأقدام (Feet) يلف الشريط الكتاني داخل علبة بلاستيكية أو جلدية و ينتهي بحلقة نحاسية تمنع دخوله الكلي فيها. ومن مميزات الشريط الكتاني :

- خفة وزنه
- سهولة حمله
- عدم تعرضه للكسر نتيجة احتمال مرور السيارات أو القاطرات الحديدية فوقه

ومن مساوي الشريط الكتاني:

- انكماش و تمدد أليافه بسهولة إذ تتأثر كثيراً بالعوامل الجوية من حرارة و رطوبة وكذلك يصعب شده و جعله مستقيما في أيام الريح حيث يتطلب ذلك قوة شد إضافية قد تؤدي إلى قطعه أو زيادة طوله نتيجة تمدد أليافه.

ب- الشريط الفولاذي

تعتبر الأشرطة الفولاذية من أفضل الأشرطة المستخدمة في أعمال المساحة نظرا لصلابتها ودقتها و خفتها و سهولة حملها و قلة تمددها و انكماشها بتأثير العوامل الجوية ، و أطوالها تتراوح بين ١ متر و ٣٠٠ متر أو ٣ أقدام و ١٠٠٠ قدم و الأكثر شيوعا هو الشريط ذو الطول ٣٠ متر أو ١٠٠ قدم وعرض الشريط المعدني يتراوح بين ٠,٥ سم و ١ سم. أما نظام التدريج فبعضها مدرج حسب النظام المتري إلى سنتيمترات و ديسيمترات و أمتار بالإضافة إلى أن المتر الأول و الأخير قد يحتويان على تقسيمات ميليميترية و البعض الآخر مدرج حسب النظام البريطاني إلى إنشات (Inches) و أقدام (Feet).

من مساوي الأشرطة الفولاذية أنها:

- حساسة و يمكن كسرها بسهولة إذا أسيء استعمالها
- معرضة للصدأ عند الرطوبة الزائدة.

جـ- شريط الأنفار Invar Tape

يعتبر شريط الأنفار من أدق الأشرطة الكتانية مقارنة بالأشرطة الصلبة و هو مصنوع من مادتي الفولاذ Steel بـ 65٪ و النيكل Nickel بـ 35٪ و يمتاز نسبيا بعدم حساسيته (تأثره) لتغيرات درجات الحرارة كما إنه لا يصدأ. يبلغ عرض هذا الشريط حوالي 6 مم و يوجد بعدة أطوال مثل 30 متر و 100 متر (الطول 100 متر هو الأكثر شيوعا). يستعمل شريط الأنفار عادة في أعمال المساحة الدقيقة جداً كقياس أطوال الخطوط الأساسية في عمليات التثليث (Triangulation).

د- احتياطات في الاستعمال

1- يجب تمرير الشريط بين إصبعين عند لف الشريط التيل في علبته، مع وضع خرقة منداة بين الإصبعين لإزالة الأتربة.

2- يجب إبعاده عن الأرض المبللة و عن الماء حتى لا يتأثر طوله إذا ما أصابه بلل.

3- يجب الاعتناء عند استعمال الشريط الصلب لأنه سريع التعرض للكسر إذا أسيء استعماله.

4- الشريط الصلب معرض للصدأ عند تعرضه للرطوبة و يجب مسحه بخرقة مبللة قبل لفه ثم تجفيفه ودهنه بطبقة من الزيت أو الفازلين عند حفظه.

هـ- كيفية رفع الأرض بالشريط (طرق القياس بالشريط)

1- الاستكشاف

يقام بزيارة الأرض المراد رفعها لتكوين فكرة عامة عنها و ملاحظة معالمها المميزة لتخطيط العمل المساحي لها.

2- رسم الكروكي

يرسم كروكي للمنطقة في دفتر الحقل. ولا يشترط أن يكون الكروكي بمقياس رسم معين بل يكفي أن يمثل الطبيعة بالتقريب.

3- اختيار زوايا المضلع

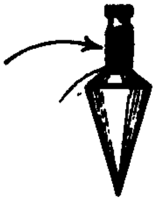
تنتخب أنسب المواقع لزوايا المضلع من الكروكي العام. و تغرس هذه الزوايا بأوتاد خشبية في الأراضي الترابية أو أوتاد حديدية في الأراضي الصخرية. ومن هذه الزوايا ينشأ مضلع تؤخذ بواسطته تفاصيل الحدود الخارجية و المعالم الداخلية للأرض المراد مسحها. (يجب أن تتوفر في النقط المنتخبة الأمور التالية:) تكون النقط بعيدة عن حركة المرور لتفادي إزالتها أو التلاعب بها و ليسهل العثور عليها عند الرغبة في استعمالها.

٤. الأدوات المستخدمة في قياس المسافات بالشريط Equipment used for taping

هناك عدة آلات و أجهزة بسيطة تستخدم عند القياس بالشريط نذكر منها ما يلي:

- الشاقول Plumb Bob

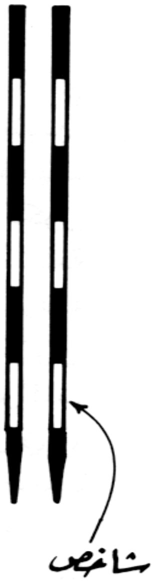
الشاقول عبارة عن ثقل مخروطي من قطعة معدنية من الرصاص أو النحاس أو الفولاذ تتدلى بشكل حرّمن خيط متين و يشير اتجاهها إلى مركز الأرض (تقريباً) و ذلك بفعل الجاذبية. حيث إن الخطوط الرأسية تتجه دائما نحو مركز الأرض، و تتعامد مع الخطوط الأفقية، لذا يستعمل الشاقول في قياس و توقيع المسافات الأفقية و ذلك بتحديد اللاتجاه الرأسي و من ثّم الحكم على أفقية الشريط أثناء عملية القياس.



فالشاقول يستخدم في تطبيقات إنشائية و صناعية متعددة منها ضبط رأسية أركان وواجهات المباني والأبراج و الجسور و الأنفاق و قياس الأعماق و المناسيب المختلفة.

- الشواخص **Range Poles**

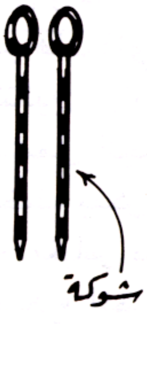
هي قضبان تصنع من الحديد أو الخشب يتراوح طولها ما بين 2 إلى 3 متر و عرضها ما بين ٣ إلى ٦ سم يمكن أن يكون الشاخص على شكل قطعة واحدة أو قطعتين أو أكثر. أحد طرفيها مدبب لغرسه



بالأرض و في الأراضي الصخرية أو الصلبة (كسطوح الطرق و الصخور و الأبنية و الأرصفة) يصعب غرس الشاخص في الأرض، لذا يستعان بحامل ذي ثلاث شعب من المعدن أو الخشب متصلة اتصالا مفصليا بأنبوبة معدنية يوضع داخلها الشاخص في وضع رأسي تماما فوق النقطة المعتبرة. يدهن الشاخص بلونين أبيض و أحمر أو ابيض و اسود أو بثلاثة ألوان و الغاية من التلوين هو لتسهيل رؤيتها من بعيد. و تستعمل الشواخص للتوجيه في عملية القياس و تحديد الاستقامات و خطوط و اتجاهات الخطوط على الطبيعة.

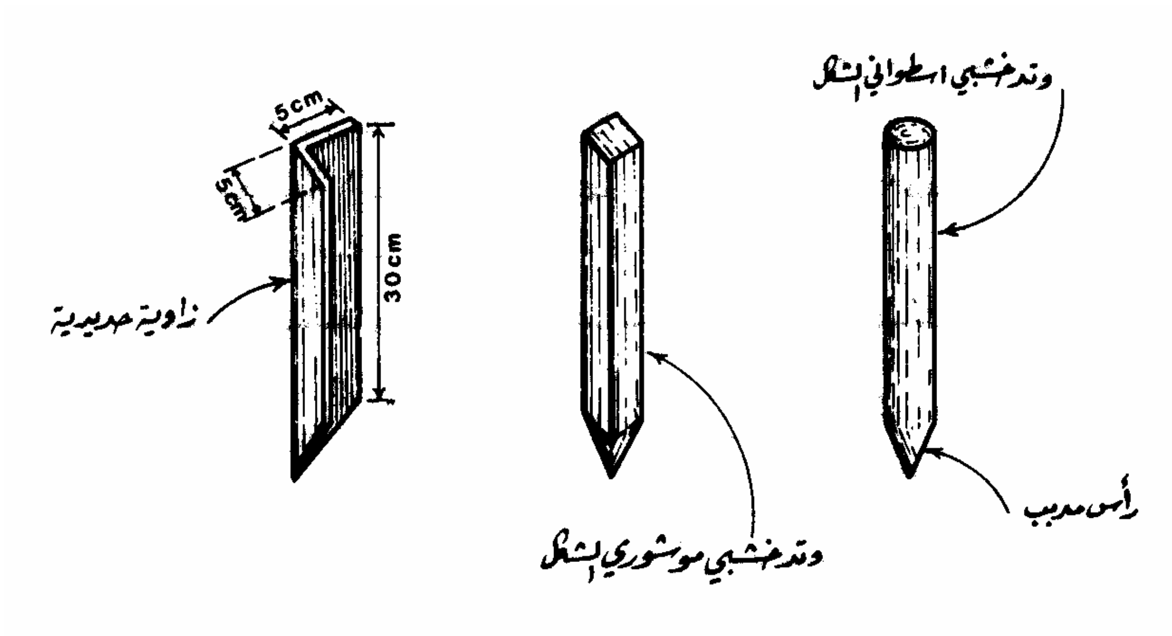
- **شوك القياس** Taping Pins

عبارة عن أسياخ فولاذية بقطر يتراوح من 3 إلى ٦ مم و طول من 20 إلى 40 سم أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض و الطرف الآخر ملتو على شكل حلقة أو قرص يحمل رقما معينا. يستعمل شوك القياس بشكل رئيسي في إظهار النقاط و تحديد المسافات الجزئية التي يتم قياسها و كذلك في تحديد بعض الاستقامات و لو بشكل مؤقت.



- الأوتاد Pegs

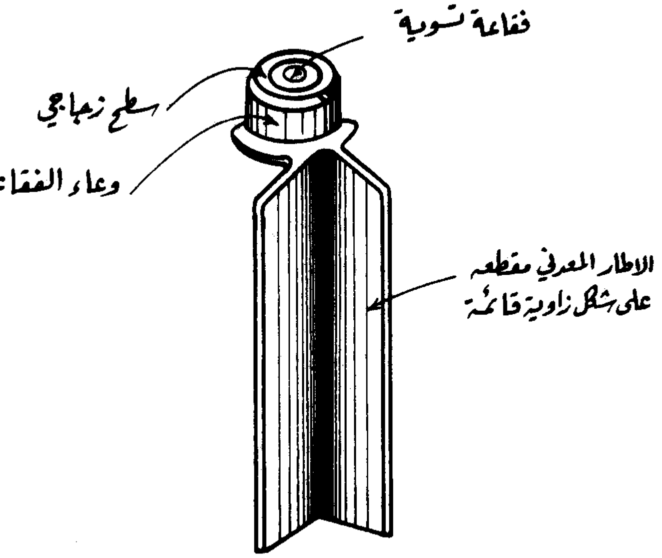
تصنع من الحديد أو الخشب على عدة أشكال (الشكل ٧،٢) أسطوانية أو موشورية يتراوح سمكها من 3 إلى ٦ مم و طولها من 20 إلى 30 سم أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض ، يستعان بمطرقة فولاذية لدق الوتد في الأرض و بحيث لا يظهر منه سوى بضعة سنتمترات فوق سطح الأرض. تستعمل الأوتاد الخشبية بشكل رئيسي في تحديد مواقع النقاط المختارة على سطح الأرض، أما في الأراضي الصلبة تستبدل الأوتاد الخشبية بمسامير أو قضبان حديدية قطرها من 0.5 إلى 2 سم و طولها من ١٠ إلى ٣٠ سم.



الشكل 7.2 : أصناف مختلفة للأوتاد

- المسواة أو ميزان التسوية Level

الميزان اليدوي عبارة عن منظار مزود بفقاعة إتزان يستخدم لجعل نهايتي الشريط على نفس المستوى الأفقي أي جعل الشريط أفقيا و هناك عدة أشكال منه المسواة الدائرية (الشكل ٨،٢) و المستطيلة. و الغاية الرئيسية من المسواة هو التحقق من أفقية الخطوط و رأسيتها.



الشكل 8.2 : المسواة الدائرية

- أدوات قياس زوايا الانحدار (مقياس الميل)

في بعض الأحيان يصبح من الضروري قياس المسافات المائلة بين نقاط واقعة على سفوح أو منحدرات و لتحويل هذه المسافات من مائلة على مسافات أفقية قد يلزم استخدام أجهزة قياس للزوايا الرأسية. ومن الأجهزة الدقيقة و الشائعة الاستعمال في قياس الزوايا الأفقية و الرأسية الثيودوليت (Theodolite) و بدرجة أقل هناك أيضا جهازين هما :

أ - جهاز الكلينومتر(Clinometer)

الكلينومتر هو جهاز بسيط لقياس الميول و الانحدارات. و أبسط أنواعه هما النوعان المعروفان بالكلينومتر الخشبي و الكلينومتر الأنبوبي. و الكلينومتر الخشبي في أبسط صورة عبارة عن قطعة من الخشب مثبت عليها منقلة يتدلى من مركزها ثقل مربوط بخيط، و تقرأ زاوية الميلان من المنقلة في الموقع الذي يقع عليه الخيط. فإذا وضع الكلينومتر على لوح طويل موضوع فوق أرض مائلة فإن قاعدته تبقى موازية لخط ميلان اللوح الخشبي بينما يكون الخط المتدلي موازيا لخط الجاذبية فيعطي قراءة انحدار سطح الأرض على المنقلة. أما الكلينومتر الأنبوبي فهو عبارة عن أنبوب معدني أو بلاستيكي يمكن النظر منه إلى الهدف، و مثبت عليه منقلة و ثقل مربوط في خيط بنفس الطريقة الموجودة في الكلينومتر الخشبي. و يستعمل الكلينومتر الخشبي في معرفة الإنحدارات المحلية مثل إيجاد إنحدارات الأراضي

الزراعية في أعمال الري أما النوع الثاني فيستعمل في المسافات البعيدة كإيجاد الميل إلى قمة جبل بعيد على سبيل المثال.

أما الكلينومتر الشائع الاستعمال فهو من النوع الأنبوبي و لكن أنبوبه المعدني مزود ببعض العدسات لتحسين الرؤية و العمل مثل المقراب، و بمسواة أنبوبية للمحافظة على الوضع الأفقي، و منشور أو مرآة لعكس صورة المسواة فيمكن مشاهدة الفقاعة أثناء الرصد، و هو كذلك مزود بمنقلة و مؤشر لقياس زاوية الميلان عندما يكون الأنبوب في وضع غير أفقي. فطريقة استخدام الكلينومتر تتلخص فيما يلي:

- يحدد على الشاخص علامة بارتفاع عين الراصد و يوضع عند النقطة الأخيرة
- يقف الراصد عند نقطة A و ينظر في المنظار و يطبق الشعرة الأفقية على العلامة على الشاخص.
- يحرك الراصد المسمار إلى أن تقع الفقاعة في المنتصف
- تقرأ الزاوية من التدريج الموجود على الجهاز

و هذا على فرض أن الشريط مرفوع على ارتفاع متساوي بين النقطتين.

ب - **جهاز الأبني ليفل** The Abney Level

يتركب هذا الجهاز من فقاعة و من منظار و مؤشر و منقلة. و تتلخص طريقة الاستعمال في رصد علامة معينة على الشاخص ثم تحريك برغي خاص متصل بالمؤشر إلى أن تصبح الفقاعة وسط مجراها أي ينطبق مركزها على العلامة المرصودة على الشاخص. إن مقدار زاوية الميل يكون مساويا للزاوية الرأسية التي تحركها المنقلة من الوضع الأفقي (الصفر) إلى الوضع المائل الموازي لخط ميل المنحدر و يستعان بالمؤشر لقراءة هذه الزاوية. و جهاز الأبني ليفل له نفس المبدأ و شروط القياس كالكلينومتر.

٥. الأخطاء في قياس الأطوال بالشريط و تصحيحها

توجد عدة أخطاء أثناء قياس المسافات بالشريط و منها:

- أخطاء مصنعيه

تعود إلى الشريط نفسه من حيث المتانة و النوعية و الدقة في تدرجه.

- **أخطاء طبيعية**

تنجم في الغالب عن التفاوت في الأحوال الجوية من حرارة و رطوبة بين تلك السائدة أثناء القياس في الحقل وبين القيم التي تم تعيير و تدريج الشريط بموجبها.

- **أخطاء شخصية**

تعود معظمها إلى عدم الانتباه و نقص الخبرة و الكفاءة وفي أحيان كثيرة إلى ظروف نفسية و مادية معينة.

١,٥. الخطأ في طول الشريط

و يصحح إن أمكن و إلا فيرصد الطول الماس و يحسب الطول الحقيقي بالمعادلة التالية :

مثال:

قيس خط بشريط ينقص طوله 10 سم عن الطول الأسمى فكان طول الخط 198 م ما هو الطول الحقيقي للخط.

بتطبيق المعادلة السابقة نجد:

الطول الأسمى للشريط = 20 م

الطول الحقيقي للشريط = 19.90 م

الطول المقاس للخط = 198 م

الطول الحقيقي للخط = ؟ س

$$\frac{س}{198} = \frac{19.9}{20} \Leftarrow س = 197.01 \text{ متر}$$

2.5. الخطأ الناشئ من اختلاف درجة الحرارة عند القياس من المعايرة (الخطأ الناشئ عن تغيرات درجات الحرارة) Correction for Temperature

وينتج هذا الخطأ الذي قد يكون بالزيادة أو النقص تبعا للمعادلة:

$$ح = \alpha\ (د_1 - د)$$

حيث:

- ح - التصحيح للخط المقاس
- $د_1$ - رجة الحرارة أثناء المقاس
- د - درجة حرارة الشريط عند معايرته
- α - معامل تمدد الشريط و هو يساوي ١١,٢ x 10^{-6} لكل درجة مئوية للشريط.

٣,٥. الخطأ الناشئ عن زيادة أو نقصان قوة الشد المطبقة

من الطبيعي أن تؤثر قوة الشد المطبقة على الشريط أثناء القياس على مادته، كلما ازدادت قوة الشد تفسخت الألياف و استطالت و لو بمقادير صغيرة جدا. أن العلاقة الرياضية التي تعطي مقدار الخطأ هي:

$$\text{التصحيح للخط المقاس } ح = \frac{(ش_1 - ش).ل}{E.م}$$

- ح - مقدار التصحيح الناشئ عن اختلاف قوة الشد بالمتر
- $ش_1$ - الشد المطبق أثناء القياس
- ش - الشد المطبق أثناء المعايرة
- م - مساحة المقطع العرضي للشريط
- ل - الطول المقاس
- E - معامل المرونة لمادة الشريط المستخدمة

شريط الأنفار $E = 14.5 \times 10^4\ N/mm^2$ للصلب و $E = 20 \times 10^4\ N/mm^2$

٦. قياس المسافات إلكترونيا Electronic Distance Measurement

تطورت الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات تطوراً سريعا منذ بداية الخمسينات خصوصا بعد استخدام أول جهاز إلكتروني لقياس المسافات عام ١٩٥٠ م و يدعى جيوديمتر (Geodimeter) و الذي يعتمد على إرسال الأشعة الضوئية. و من مميزات الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات هي:

- دقتها العالية و لا تحتاج إلى جهد أو وقت أكبر.
- استخدامها في الأماكن التي يصعب عبورها أو يستحيل استعمال الشريط.
- استعمالها ليلاً و نهاراً و في الظروف الجوية الصعبة كحالة وجود الضباب أو الأمطار.
- قدرتها على قياس مسافات تتجاوز الخمسين (٥٠) كيلومتر بخطأ لا يتجاوز عشرة (١٠) سنتمتر.

و تختلف الأجهزة الإلكترونية لقياس المسافات عن بعضها في نوع الطاقة المستعملة فبعض من هذه الأجهزة تستعمل الأشعة الضوئية أو تحت الحمراء أو أشعة الليزر، و البعض الآخر منها يستعمل الطاقة ذات الموجات المتناهية القصر (المايكروويف Microwaves) و توجد أشكال متعددة من الأجهزة الإلكترونية تعمل على الموجات الضوئية المعدّلة Modulated Light Waves و الموجات اللاسلكية المعدّلة Modulated Radio Waves.

و يمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونيا تبعا لمدى القياس أو تبعا لطول الموجة الكهرومغناطيسية المرسلة.

1.6. التصنيف تبعا لمدى القياس

1.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية قصيرة المدى

تستعمل لأطوال في حدود ٣ كيلومتر و تمتاز هذه الأجهزة بأنها:

- سهلة الاستعمال و سهولة القراءة منها.
- خفيفة الوزن.
- استهلاكها للطاقة.
- يمكن تركيبها مع جهاز قياس للزوايا (كالثيودوليت) كوحدة واحدة.

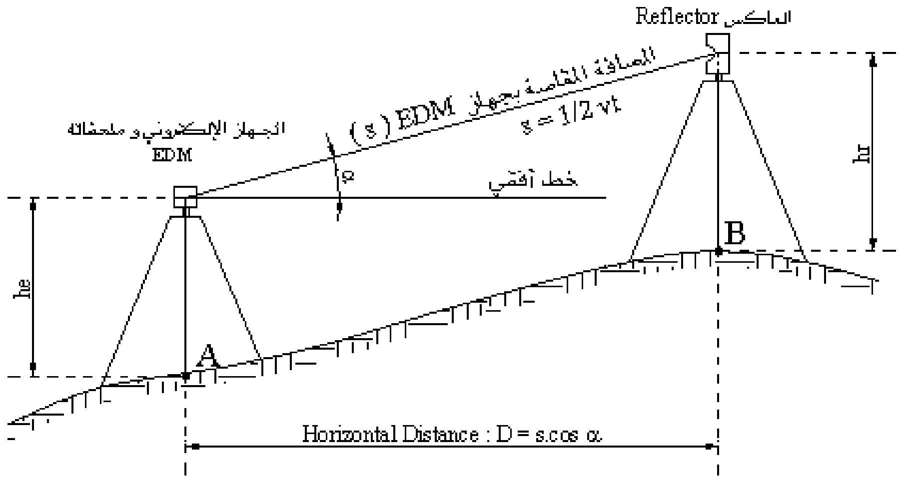
و في أغلب الأحيان يلحق بالجهاز الإلكتروني EDM كل من : جهاز الثيودوليت و حاسب إلكتروني من الحجم الصغير. و يكون دور الجهاز الإلكتروني قياس المسافة المائلة، و الثيودوليت قياس الزاوية الرأسية أو زاوية النظر، و الحاسب الإلكتروني الصغير حساب المسافة الأفقية و فرق الارتفاع بين نقطتين (بمعرفة المسافة المائلة و الزاوية الرأسية).

إن معظم أجهزة المدى القصير تعمل على الأشعة دون أو تحت الحمراء (Infrared light) . عموما لقياس المسافة الأفقية بين نقطتين B و A باستخدام الأجهزة الإلكترونية EDM يلزمك وحدتين من الأجهزة :

- الوحدة الأولى هي عبارة عن الجهاز الإلكتروني و الثيودوليت و الحاسب الإلكتروني صغير الحجم بالإضافة إلى بطارية كمصدر للطاقة.

- الوحدة الثانية فهي عاكس (Reflector) مكون من موشور أو مجموعة مواشير عاكسة تقوم بعكس الموجات المرسلة من جهاز الـ EDM الذي يقوم بدور الإرسال و الاستقبال معا.

و يمكن تلخيص خطوات قياس المسافة الحقلية AB (أنظر شكل 9.2) فيم يلي:



الشكل 9.2: تحويل المسافة المائلة المقاسة إلكترونيا إلى مسافة أفقية

- يثبت جهاز الـ EDM مع ملحقاته الأساسية (ثيودوليت، حاسب، بطارية) فوق النقطة A و كذلك يثبت موشور أو مجموعة مواشير عاكسة فوق النقطة الثانية B.

- يجرى ضبط أفقية جهاز الثيودوليت تماما فوق النقطة A و يقاس ارتفاع مركز جهاز الـ EDM فوق النقطة A و كذا ارتفاع مركز مجموعة المواشير فوق النقطة B.

- يرصد مركز المواشير المثبتة في النقطة B بشكل تقريب أو بشكل دقيق بأن تجعل نقطة تقاطع الشعيرات الأفقية و الرأسية لجهاز الثيودوليت منطبقة على علامة محددة في مركز تلك المجموعة.

- يتم التأكد من سلامة توجيه الموجات الكهرومغناطيسية باتجاه مركز العاكس و ذلك بملاحظة مؤشر خاص بهذا الغرض.

- يضغط على زر القياس المثبت بجهاز الـ EDM فتنبعث من خلال عدسة الإرسال موجات كهر ومغناطيسية معدّلة ذات سرعة و ذبذبة ثابتة و محددة سلفاً باتجاه مركز العاكس لتنعكس هناك أو يعاد إرسالها إلى عدسة الاستقبال ضمن جهاز الـ EDM. و يتم حساب المسافة المائلة (S) بمعرفة الزمن الذي استغرقته الموجات في قطع المسافة ذهاباً و إياباً بين مركز الجهاز و مركز العاكس و تحسب المسافة من العلاقة التالية:

$$S = 1/2\ V.t$$

حيث أن v ترمز إلى سرعة الموجات الكهرومغناطيسية المستخدمة وt ترمز إلى الزمن المستغرق في قطع المسافة S ذهاباً و إياباً. تقرأ المسافة المائلة بين مركز الـ EDM و مركز العاكس من خلال شباك خاص موجود على الواجهة الأمامية (المقابلة لعين الراصد) لجهاز الـ EDM .

- باستخدام جهاز الثيودوليت، تقاس الزاوية الرأسية α أي زاوية ميل خط النظر الذي يصل بين مركز جهاز الـ EDM ومركز مجموعة المواشير عن الوضع الأفقي.

- بافتراض أن ارتفاع مركز العاكس h_r فوق النقطة B مساو لارتفاع مركز الـ EDM أو الثيودوليت h_e فوق النقطة A فإن خط النظر يكون موازيا للخط AB.

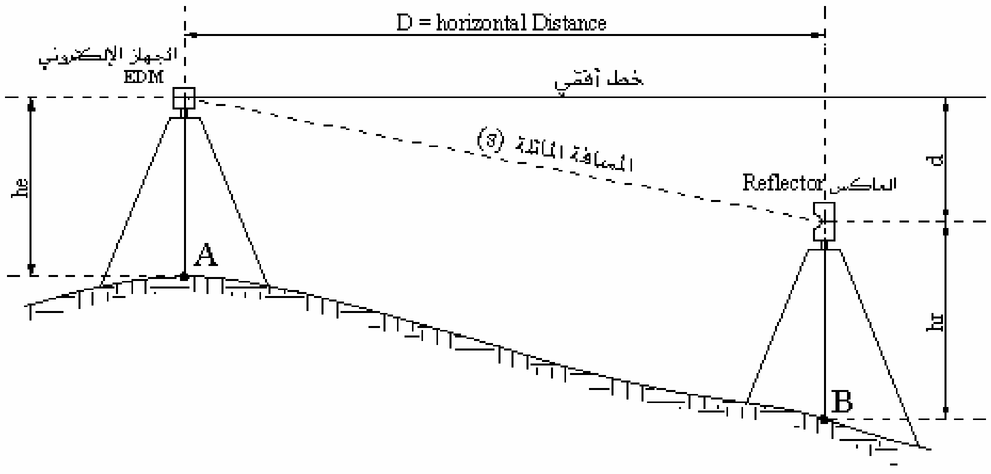
و عليه فإن المسافة الأفقية (D) بين النقطتين A و B هي عبارة عن المسقط الأفقي للمسافة المائلة المقاسة S من العلاقة التالية:

$$D = S.Cos(\alpha)$$

كما يمكن حساب المسافة الأفقية (D) من المسافة المائلة (S) دون الحاجة لقياس الزاوية α و ذلك بقياس منسوب كل من النقطتين A وB و ارتفاع العاكس فوق النقطة B أي h_r و ارتفاع الـ EDM فوق النقطة A أي h_e و ذلك من خلال العلاقة التالية:

$$D = (S^2 - d^2)^{1/2}$$

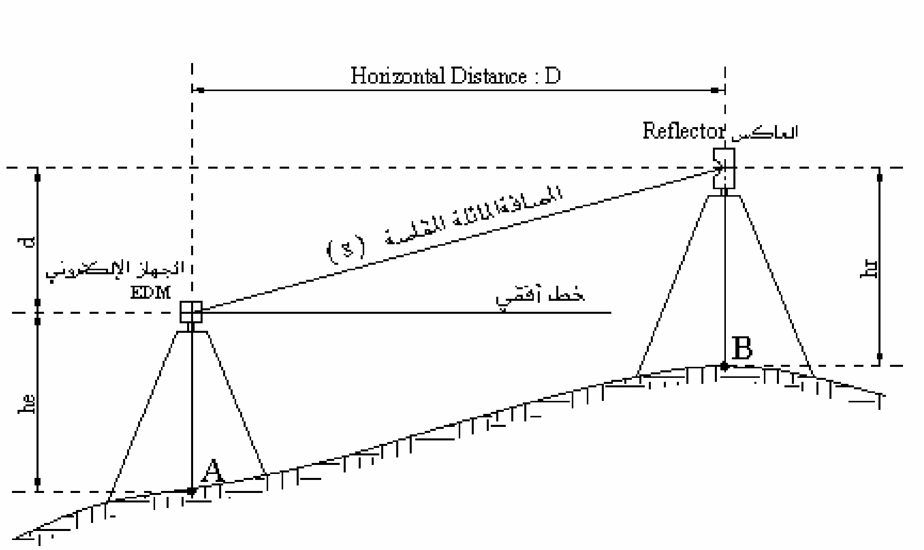
حيث d تساوي في حالة الشكل 10.2.



الشكل 10.2: حساب المسافة الأفقية بمعرفة المناسيب، حالة خط النظر للأسفل.

$d = ($ منسوب النقطة $A + h_e) - ($ منسوب النقطة $B + h_r)$

و تساوي في حالة الشكل 11.2.



الشكل 11.2: حساب المسافة الأفقية بمعرفة المناسيب، حالة خط النظر للأسفل.

(h_e + منسوب النقطة A) - (h_r + منسوب النقطة B) = d

2.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية المتوسطة المدى

يبلغ مدى هذه الأجهزة عشرات الأميال و تعمل على أنواع مختلفة من الطاقة و من بينها الموجات الدقيقة التي يتراوح طولها من ١ مم على ٢٠ سم و تصل ذبذباتها إلى آلاف الملايين من الدورات في الثانية. و يناسب هذا النوع من الأجهزة متوسطة المدى، أعمال المساحة الجيوديسية (شبكات المثلثات الدقيقة مثلا) و بعض المشاريع الهندسية الهامة.

3.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية بعيدة المدى

يبلغ مدى هذه الأجهزة مئات الكيلومترات و تعمل على الليزر و الموجات الدقيقة و هناك أيضا مجموعة من الأجهزة ذات المدى البعيد تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة و يغلب استعمال هذه الأجهزة في أعمال الملاحة و البحرية و بعض الأعمال الأخرى التي تحتاج إلى قياس مسافات بعيدة.

2.6. التصنيف لطول الموجة المغناطيسية المستخدمة

يمكن تصنيف أجهزة قياس المسافات إلكترونيا تبعا لطول الموجة للطاقة المستخدمة كما يلي:

1.2.6. أجهزة القياس الكهروبصرية

و تستخدم أمواج ضوئية معدّلة بطول يتراوح تقريبا بين ٠,٤ إلى ٠,٩ مترو هي تشمل بذلك أشعة الضوء المرئية المعدّلة و الأشعة تحت الحمراء المعدّلة.

2.2.6. أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات الدقيقة

هذه الأجهزة تستخدم أمواجا دقيقة تتراوح أطوالها بين ٠,٨ على ١٠ سم.

3.2.6. أجهزة القياس الإلكترونية التي تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة

يبلغ طول الأمواج اللاسلكية المستخدمة في هذا النوع من الأجهزة حوالي كيلومتر واحد.

المساحة

المساحة التفصيلية

المساحة التفصيلية

٣

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : تعلّم استخدام مقاييس الرسم و تطبيقه على الخريطة.

الأهداف :

عنداكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- المساحة التفصيلية
- المساحة بالشريط
- مقاييس الرسم
- كيفية تطبيق مقاييس الرسم على الخريطة.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات.
- مبادئ عامة في الرسم.

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية -١

١. المقدمة

تهدف المساحة التفصيلية إلى رسم خرائط و مخططا ت تفصيلية و هذه الخرائط تهدف إلى بيان حدود الملكيات الخاصة و العامة و تفاصيل المباني و الشوارع و يمكن اخذ القياسات منها و لذلك يكون مقياس الرسم كبير عادة.

و من بين استعمالات الخرائط التفصيلية نجد:

- تحديد مساحات الأراضي و العقارات المختلفة.
- تستخدم في عمليات الحصر الزراعي.
- تحديد الملكيات الخاصة و العامة.
- تستخدم في عمليات نقل الملكية.
- تستخدم في عمليات تقسيم الأراضي.
- تستخدم في عمليات البيع و الشراء و المنازعات القضائية.
- تستخدم في عمليات نزع الملكية للمنفعة العامة.
- تستخدم في تخطيط و توقيع المشاريع الهندسية.

للمساحة التفصيلية خطوتان رئيسيتان:

1- اختيار و تعيين هيكل من نقاط الضبط و ذلك باستخدام التضليع أو قياس الأطوال.

2- تعيين مواقع للتفاصيل بالنسبة لنقاط الضبط و ذلك بالاعتماد على طريقة الإسقاط العمودي و الأحزمة أو طريقة الشعاع

يمكن تقسيم المساحة التفصيلية حسب أنواع الأجهزة المستخدمة فنجد:

1- المساحة بالشريط: و هي أبسط أنواع المساحة التفصيلية و تعتمد أساسا على قياس المسافات فقط.

2- المساحة بالتاكيومتر: و يستخدم جهاز التاكيومتر و طريقة الشعاع في رفع التفاصيل.

3- المساحة بالثيودوليت: و يستخدم جهاز الثيودوليت على قياس المسافات و طريقة الشعاع في رفع التفاصيل.

4- المساحة بالجهاز الإلكتروني للمسافات: و هي تعتمد على الجهاز الإلكتروني في قياس المسافات وعلى طريقة الشعاع في رفع التفاصيل.

2. تعريفات و مصطلحات أساسية

التفاصيل: مصطلح عام يقصد به المعالم الموجودة بالموقع سواء على سطح الأرض أو تحته.

و هي تشمل:

- التفاصيل الصناعية: و يقصد بها المعالم الإنشائية من صنع البشر مثل المباني و الطرق وغيرها.
- التفاصيل الطبيعية : و يقصد بها المعالم الطبيعية مثل الأنهار و الغابات و البحار و غيرها.
- التفاصيل المعلقة : مثل خطوط الكهرباء و الهاتف.
- التفاصيل التحتية : مثل مواسير شبكات مياه الشرب و المجاري.

و يرمز للتفاصيل على الخرائط بمصطلحات فنية متفق عليها على مستوى المملكة لسهولة قراءة و فهم الخريطة.

و يمكن تقسيمها إلى مجموعات :

مصطلحات أنواع المباني و الإنشاءات : مثل المباني الحكومية و الغير حكومية و الأسواق و الجوامع وغيرها.

مصطلحات الطرق و السوار و خطوط الحدود.

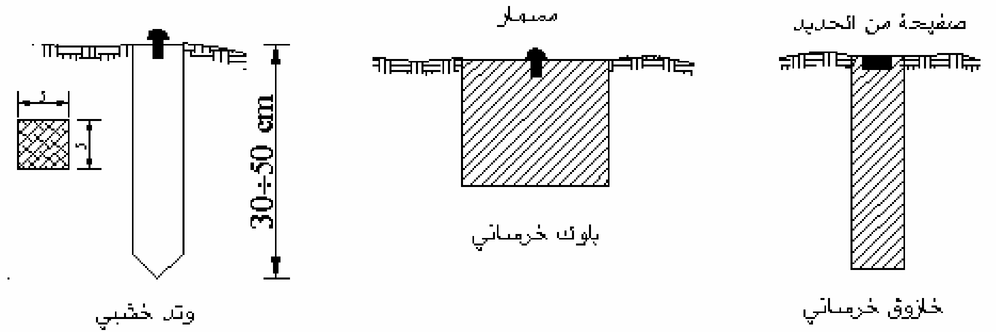
مصطلحات السكك الحديدية مثل أنواع الخطوط الحديدية و ميول الجسور و الإشارات و الأرصفة و خطوط الكهرباء.

مصطلحات المزروعات

مصطلحات مائية

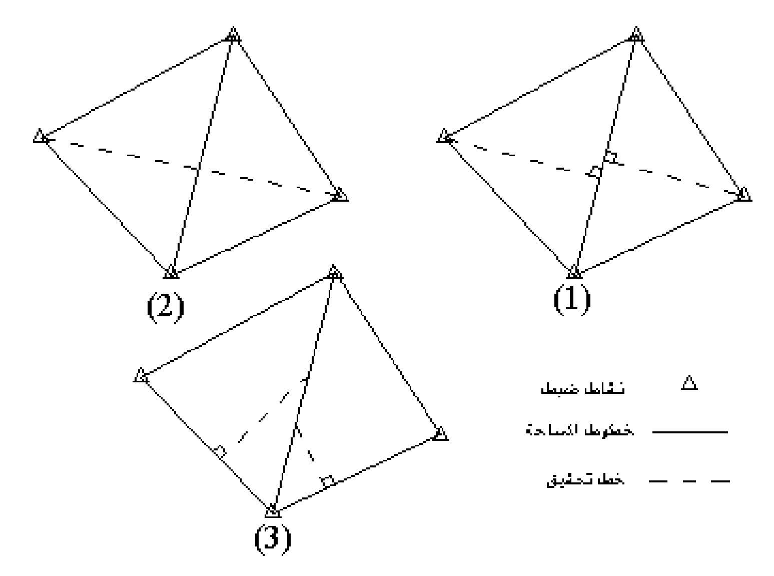
مصطلحات التضاريس.

- نقاط الضبط (المعطاة) هي نقاط مرجعية(الشكل 1.3) تثبت في الأرض بغرس الأوتاد أو الخوازيق الخرسانية أو المواسير و المسامير.



الشكل 1.3: نقاط الضبط

- خطوط المساحة (خطوط الشريط) هي الخطوط التي تصل بين نقاط الضبط و يدعى أهمها خط الأساس.
- خطوط التحقيق : هي الخطوط الإضافية التي لا لزوم لها لتحل رسم الرابطة و تساعد على اكتشاف الأخطاء سواء في الرسم أو في القياس (الشكل 2.3).



الشكل 2.3: خطوط التحقيق

3. المساحة بالشريط

تعتبر المساحة بالشريط هي أبسط الطرق المستعملة في المساحة. و يمكن استعمال الشريط لإقامة عمل مساحي إذا كانت المنطقة المراد مسحها صغيرة و مكشوفة و قليلة التضاريس. و نحتاج في هذا النوع من المساحة إلى أدوات بسيطة منها الشريط و الشواخص و الأوتاد و الشاقول (الشاغول) و الشوك و المثلث المساح و الكلينومتر و يمكن أحيانا استعمال الجنزير بدلا من الشريط.

١،٣. خطوات المساحة بالشريط

تتألف أعمال المساحة بالشريط من أعمال ميدانية و أعمال مكتبية.

الأعمال الميدانية:

تعرف أيضا بالأعمال الحقلية في المساحة و هي الأعمال التي تقام في الحقل على سطح الأرض مباشرة و هي إما أعمال رفع أو أعمال توقيع. و تشمل أعمال الاستكشاف و القياس و التسجيل.

أ - الاستكشاف: و هو المرور في المنطقة لتكوين فكرة شاملة على حالة المنطقة و شكلها و طبيعتها و التعرف على حدودها.

ب - القياس : يتم تحديد هيكل من نقاط الضبط و قياس أطوال خطوط المساحة بالشريط. و لتحديد هيكل المثلثات يجب أن نراعي ما يلي:

- يجب أن تكون خطوط المساحة قليلة و طويلة قدر الإمكان.
- يجب تلافي أي عوائق للقياس أو التوجيه.
- يجب أن تكون زوايا الهيكل بين ٣٠ درجة و ١٢٠ درجة.
- يجب أن تكون الأعمدة قريبة من التفاصيل و تلافي الأعمدة الطويلة.
- يرسم كروكي موضحا فيه خطوط المساحة و التفاصيل المراد رفعها.

القيام بقياس أطوال خطوط المساحة و الإسقاطات العمودية أو الأحزمة من التفاصيل إلى خطوط الجنزير بما يلزم قياس بعض أبعاد التفاصيل عند الحاجة.

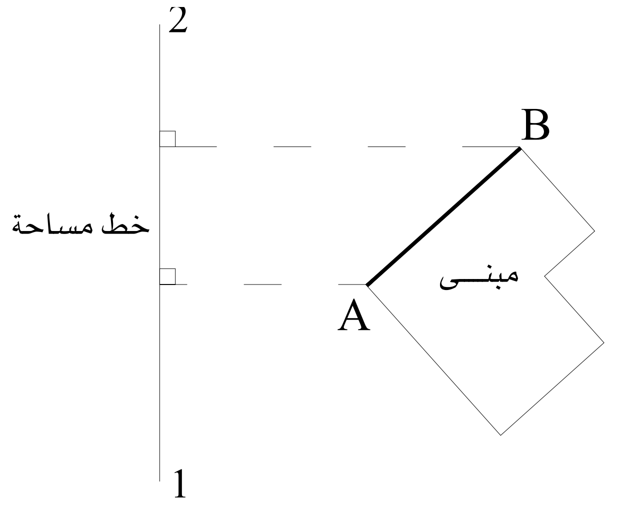
الأعمال المكتبية :

نقوم في الأعمال المكتبية بتحويل القياسات إلى معلومات و أشكال يمكن الاستفادة منها مباشرة. و في هذه المرحلة ترسم خريطة المنطقة بعد عمل التصحيحات المطلوبة الضرورية.

2.3. النقاط التي يؤخذ عندها الأعمدة.

- لرفع خط مستقيم بالنسبة إلى خط مساحة مجاور فيكفي تحديد موقع نهايتي الخط المستقيم.

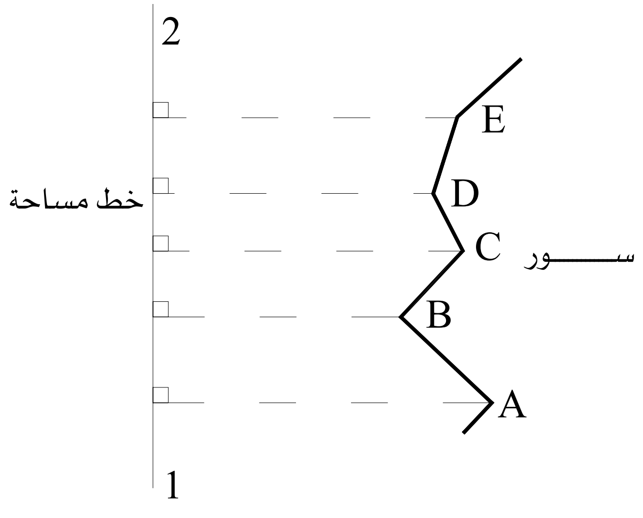
مثال لرفع واجهة مبنى (الشكل 3.3).



الشكل 3.3: رفع لواجهة مبنى

- لرفع معالم غير منتظمة يجب القيام بعمل إسقاطات كافية عند النقاط التي يتغير فيها الاتجاه.

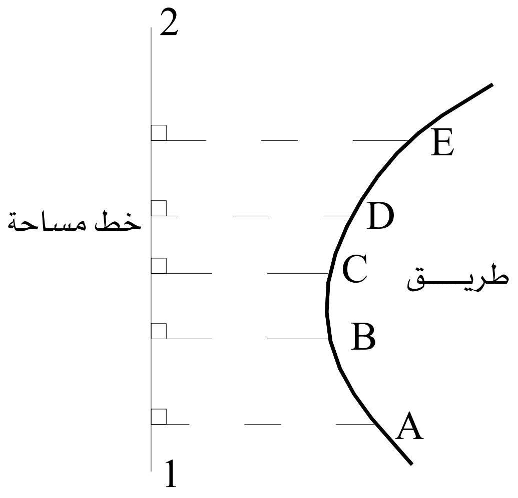
مثال لرفع حائـط (الشكل4.3).



الشكل 4.3: رفع لحائط

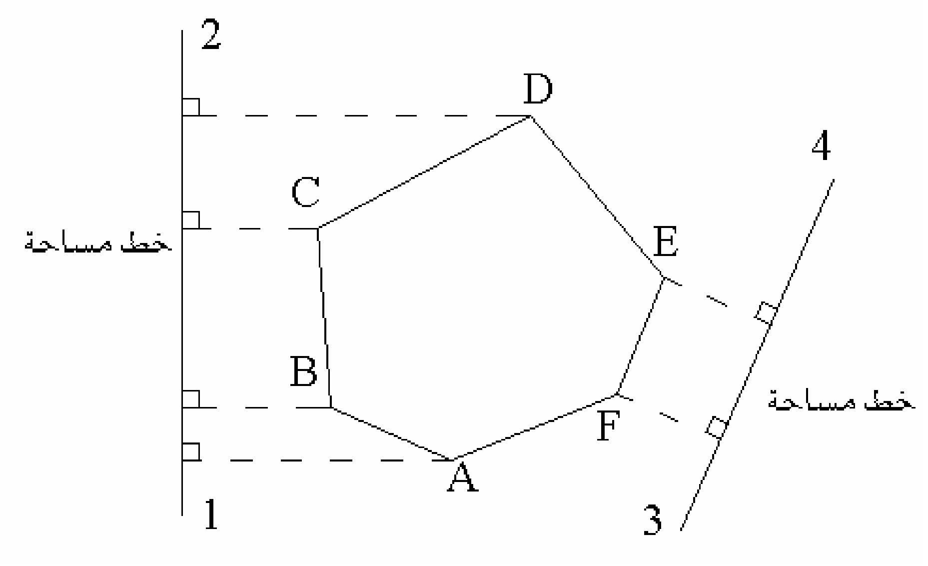
- لرفع معالم على شكل أقواس و منعطفات كالطرق و السكك الحديدية فيجب القيام بعمل إسقاطات عمودية على فترات منتظمة.

مثال لرفع طريق (الشكل 5.3):



الشكل 5.3: رفع لطريق

- لرفع تفاصيل غير محددة كالغابات و مجموعة الأشجار فتحاط بهيكل مناسب و ترفع حدوده إلى خطوط المساحة (الشكل 6.3)



الشكل 6.3: رفع لغابة

٤. مقاييس الرسم

مقياس الرسم هو النسبة بين طول أي بعد على الخريطة و الطول المناظر له في الطبيعة. مثلا $\frac{1}{1000}$ تعني أنه كل ١ مم على الخريطة أو الرسم يمثل ١٠٠٠ مم على الطبيعة.

1.4. أصناف المقاييس

يمكن تصنيف الخرائط حسب مقياسها كما يلي:

1- خرائط هندسية من ١:٥٠ حتى ١:٢٠٠٠

2- خرائط تفصيلية للمدن من ١:٥٠٠ حتى ١:٥٠٠٠

3- خرائط استعمال الأراضي (جيوديسي) من ١:٥٠٠ حتى ١:١٠٠٠٠٠

4 - خرائط طبوغرافية من ١:٢٥٠٠٠٠ حتى ١:٥٠٠٠٠٠

5- خرائط حائطية من ١:٢٥٠٠٠٠ حتى ١:٥٠٠٠٠٠

6 -خرائط أطالس من ١:٢٥٠٠٠٠ حتى ١:١٠٠٠٠٠٠

و يمكن تصنيف الخرائط حسب مقاييسها كما يلي:

1- خرائط ذات مقاييس صغيرة و تعرف كذلك بالخرائط المليونية أو خرائط العالم أو خرائط الأطلس و يكون مقاييسها في حدود ٥٠٠٠٠٠ أو أصغر.

2- خرائط ذات مقاييس متوسط في حدود ١:٢٥٠٠٠٠ حتى ١:١٠٠٠٠٠٠

3- خرائط ذات مقاييس كبيرة من ١:٥٠٠ حتى ١:٢٥٠٠٠٠

٢،٤. أنواع المقاييس

أنواع المقاييس التي تستعمل عادة في الخرائط هي:

1.2.4. التعبير الفظي أو الكتابي **Verbal statement**

كان يقال كذا مليمتر أو سنتيمتر أو بوصة على الخريطة يساوي كذا متر أو كيلومتر أو ميل على الطبيعة. مثلا: ١ سنتمتر على الخريطة يساوي ١٠٠٠ متر على الطبيعة و هذا النوع من المقاييس شائع الاستعمال في الخرائط و لا يستعمل في الرسومات الهندسية.

2.2.4. المقياس الكسري Representative fraction

و هو نسبة ثابتة تبين على شكل كسر بسطه العدد ١ و يكون مقامه عادة أحد الأرقام ١، ٢، ٢,٥ ، ٤ ، ٨ مضروب في ١٠ أو مضاعفتها.

مثلا :

$1/10$ ، $1/100$ ، $1/1000$ ، ....

$1/20$ ، $1/200$ ، $1/2000$ ،......

$1/25$ ، $1/250$ ، $1/2500$ ،......

$1/40$ ، $1/400$ ، $1/4000$ ،.....

$1/50$ ، $1/500$ ، $1/5000$ ،.....

$1/80$ ، $1/800$ ، $1/8000$ ،....

ويكتب كذلك بالشكل ١:٥٠٠٠ أو ١\٥٠٠٠ و يقرأ واحد على ٥٠٠٠ أو واحد إلى ٥٠٠٠ ويعنى أن وحدة القياس الواحدة على الورق يقابلها ٥٠٠٠ من نفس الوحدات على الطبيعة.

و يعرف المقام في المقياس الكسري برقم المقياس.

٣,٢,٤. المقاييس التخطيطية

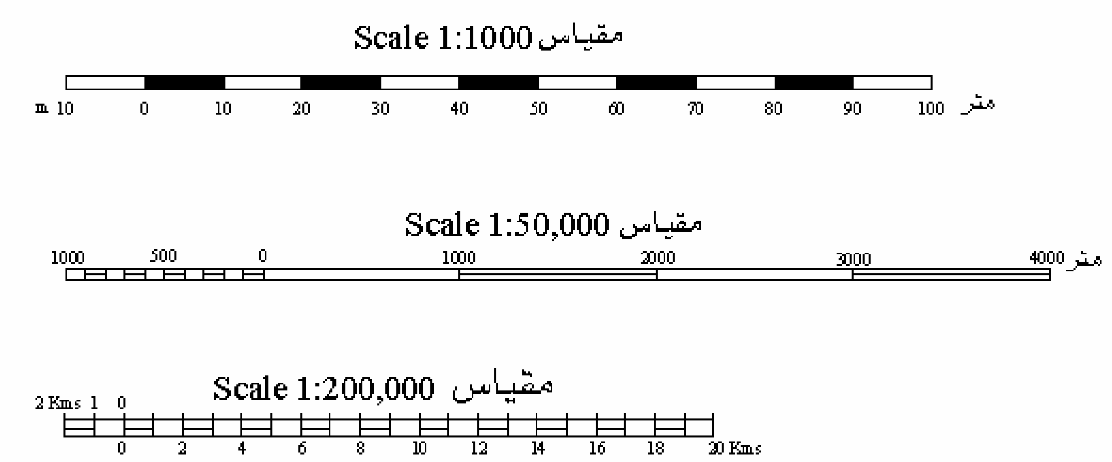
تستعمل المقاييس التخطيطية للتقليل من الأخطاء التي قد تنشأ عند إجراء الحسابات و تلك أكثر ما تنشأ من تأثر الخريطة بعوامل التمدد و الانكماش ، فقد يتغير المقياس الفعلي للخريطة على المقياس الكسري بسبب تمدد و انكماش الورق الناتج عن الرطوبة و العوامل الجوية الأخرى.

و لكن المقياس التخطيطي يبقى ثابتا لأنه يتأثر بنفس القدر الذي تتأثر به الخريطة ، فهو جزء منها و مرسوم على نفس الورق. بالإضافة إلى أنه يمكن استعمال المقياس التخطيطي حتى بعد تغيير مقياس الخريطة نتيجة لتصغيرها أو تكبيرها بطرق التصوير الضوئي، فهو يخضع لنفس التصغير و التكبير الذي تخضع له الخريطة لأنه جزء منها. و المقياس التخطيطي نوعان :

- مقاييس خطية
- مقاييس شبكية.

أ - **المقياس الخطي** Bar Scale or Graphic Scale

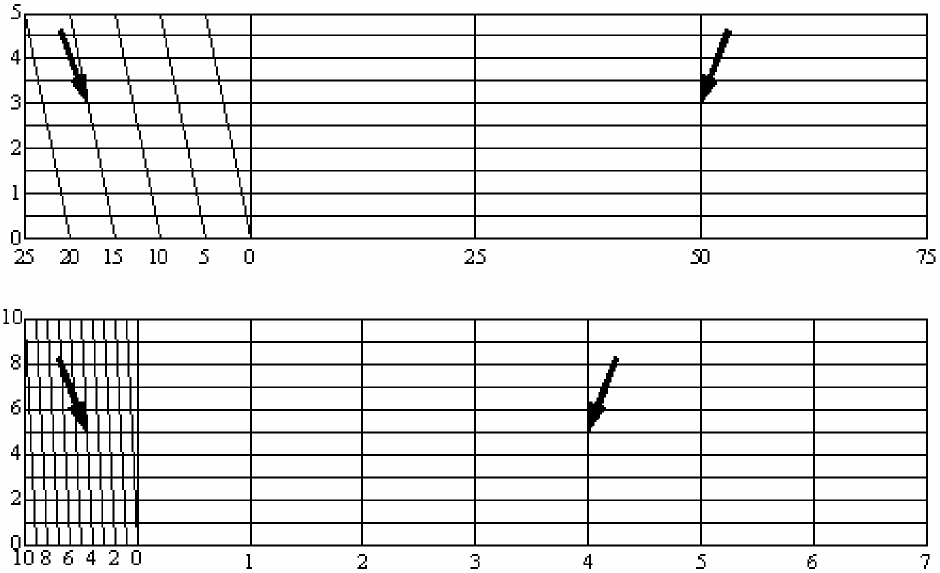
هو عبارة عن خط مدرج يرسم على أحد هوامش الخريطة ، عادة ما يكون الهامش السفلي بطول معين و يقسم إلى وحدات تكتب على الخط و يستعمل في إيجاد الأبعاد الحقيقية مباشرة بمقارنة الأبعاد المقروءة من الخريطة مع المقياس (الشكل ٧,٣).



الشكل 7.3: أمثلة لمقاييس رسم خطية

ب- المقياس الشبكي Diagonal Scale

و يشبه في استخدامه إلى حد كبير المقياس الخطي و لكنه أكثر دقة حيث يمكن بواسطة قراءة أجزاء صغيرة لا يمكن قراءتها بالمقياس الخطي (الشكل ٨,٣).



الشكل 8.3: مقاييس رسم شبكية.

٥. الخرائط المساحية و استعمالها

١,٥. مقدمة

من أهم الواجبات الأساسية في علم المساحة هو عمل خرائط بمقاييس رسم مختلفة لتفي بأغراض كثيرة. فعندما يشرع في رسم خريطة ما يجب أن يختار المقياس المناسب لغرض الخريطة ثم يرسم هيكل المنطقة مع بيان موضع النقط برسم دوائر عليها و توقع على الخريطة الأبعاد و الإحداثيات المأخوذة أثناء عملية التحشية.

و خرائط المساحة المستوية هما نوعان أساسيان :

- الخرائط الطبوغرافية
- الخرائط التفصيلية

و أنواع المقاييس المستخدمة عادة في الخرائط المساحية نوعان :

- مقاييس عددية
- مقاييس تخطيطية

٢,٥. العلاقة بين خطوط الخريطة و ما يقابله في الطبيعة

قد يحدث أحيانا أن نوجد خط أو مساحة معينة من خريطة بمقياس رسم يختلف عن مقياس رسم الخريطة التي رسمت به. فإذا رمزنا لمياس الرسم المرسوم به الخريطة $م_1$ و المقياس المطلوب $م_2$ فيكون :

$$\text{الطول المطلوب} = \text{الطول المرسوم} \times \frac{م_1}{م_2}$$

$$\text{المساحة المطلوبة} = \text{المساحة المرسومة} \times \frac{م_1^2}{م_2^2}$$

مثال :

رسم خط بمقياس ١ : ٢٥٠٠ و لكن عند قياسه استخدم مقياس ١ :٢٠٠٠ فوجد أن طوله هو ٥٠٠ متر. فما هو طوله الحقيقي و ماذا يكون طوله على خريطة ١: ٥٠٠٠ ؟

الحل :

الطول الحقيقي = طول المرسوم x $\frac{م1}{م2}$

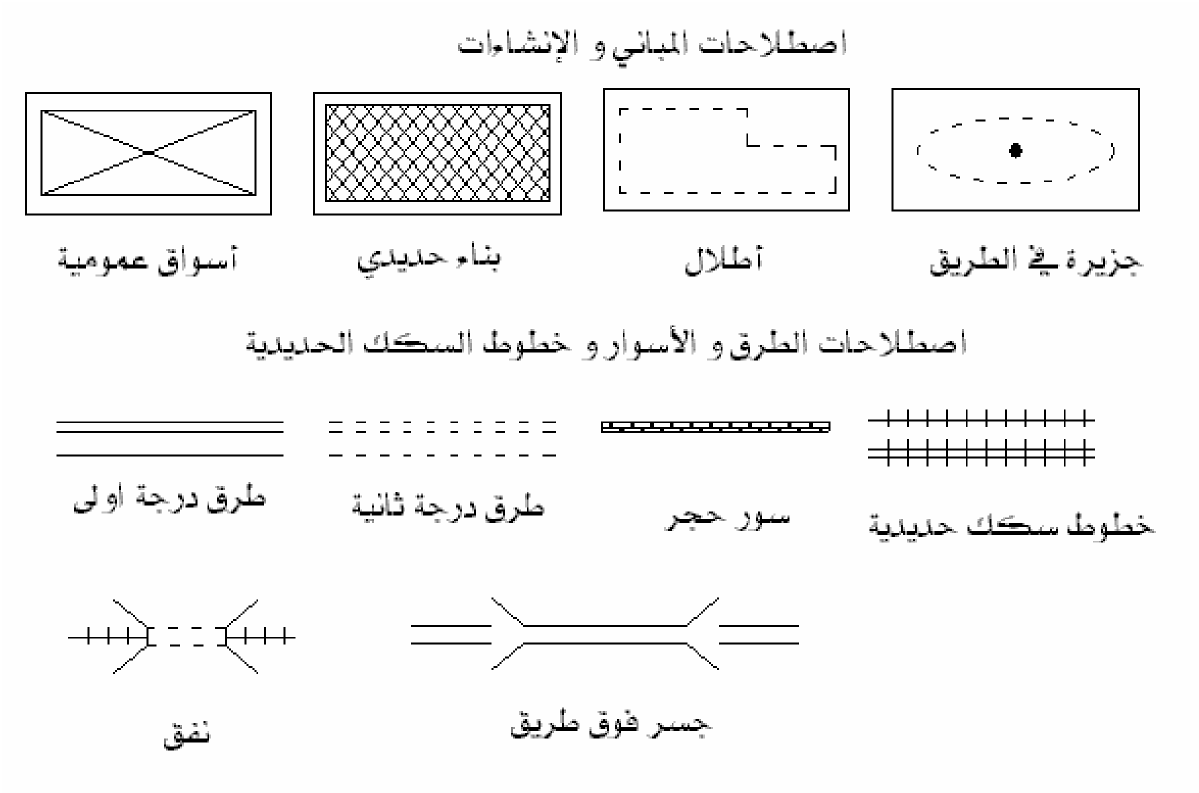
$= 500 \text{ x } \frac{2500 \text{ x } 1}{1 \text{ x } 3000} = 625$ متر

طول الخط في الخريطة = $\frac{625}{5000} \text{ x } 100 = 12.5$ سم

٣,٥. الإشارات و المصطلحات

حتى نستطيع توقيع و إبراز أكبر كمية ممكنة من المعلومات و التفاصيل على الخريطة لا بد من اختيار طريقة سليمة وواضحة و سهلة التمييز للتعبير عن الأماكن المختلفة و المباني و الإنشاءات و خطوط الحدود و الجسور و الطرق و غيرها. و لذلك لا بد من معرفة هذه الإشارات و الاصطلاحات التي و ضعتها الهيئات المساحية في البلاد المختلفة، حتى يمكن قراءة الخريطة و فهم ما تدل عليه بأسرع ما يمكن.

و تحوي الخرائط عادة (في ركن من أركانها) على جدول يبين الاصطلاحات الموجودة في الخريطة و مدلولها و الشكل ٩,٣ يبين بعض الاصطلاحات المتبعة في رسم الخرائط.



الشكل 9.3: بعض الاصطلاحات المتبعة في رسم الخرائط

مساحة

قياس الزوايا و الاتجاهات

قياس الزوايا و الاتجاهات

٤

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : تعلم طرق قياس الزوايا و الاتجاهات.

الأهداف :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- اتجاه الخطوط
- الانحراف الدائري و الربع الدائري.
- الاتجاه الأمامي و الخلفي.
- كيفية حساب الإحداثيات عن طريق المركبات.
- كيفية استعمال أجهزة قياس الزوايا.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٦ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات.
- مبادئ عامة في الرسم.

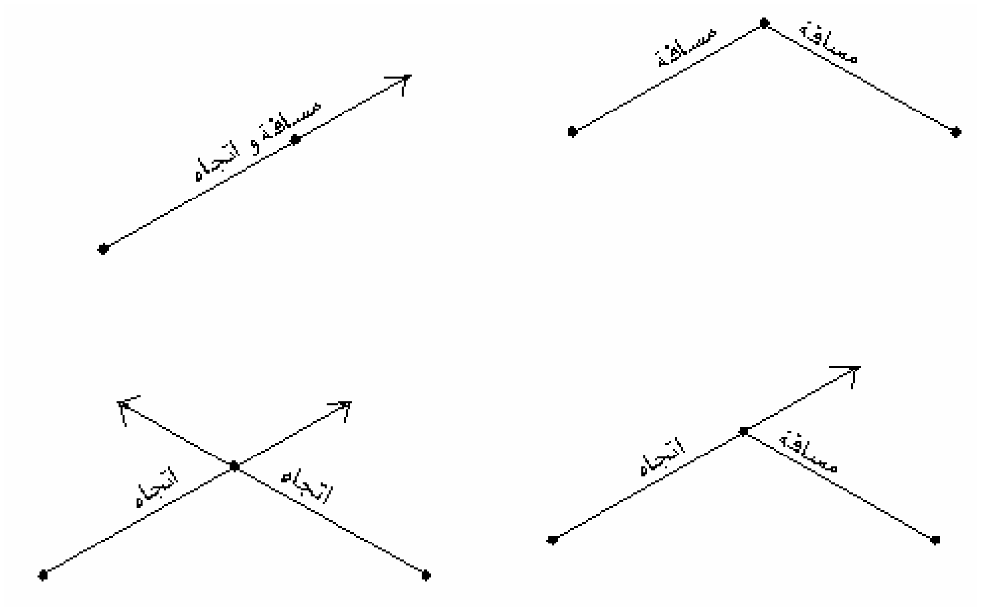
متطلبات الجدارة :

١- اجتياز مقرر رياضيات تخصصية

١. مقدمة

يمكن تحديد موقع نقطة بواسطة قياس واحد مما يلي (الشكل ١,٤):

- اتجاهها و مسافتها من نقطة معلومة.
- اتجاهها من نقطتين معلومتين.
- مسافتها من نقطتين معلومتين.
- اتجاهها من نقطة معلومة و مسافتها من نقطة معلومة أخرى.



الشكل ١,٤: تحديد موقع نقاط

تحديد الاتجاه يعني إيجاد قيمة الزاوية الواقعة بين النقطة المراد تحديدها و نقطة أخرى ثابتة أو إيجاد الزاوية بين النقطة المراد تحديدها و اتجاه ثابت كالاتجاه الذي تتخذه الإبرة المغناطيسية مثلا نحو الشمال المغناطيسي و يقصد بالزاوية بين نقطتين دوما الزاوية بين إسقاط هاتين النقطتين على مسطح أفقي تقع فيه النقطة الثالثة التي تقاس الزاوية عندها.

أعمال المساحة التي تتضمن قياس زوايا تكون مبنية على هيكل عام من الزوايا و الأضلاع يتكون من ترافرس مقفل، ترافرس مفتوح أو شبكة مثلثات.

- ترافرس مقفل **(Closed Traverse)**

و هو سلسلة نقط محددة و متصلة بحيث تكون نقطة البداية و النهاية واحدة و يستعمل في رفع المستنقعات و المباني و القرى.

- ترافرس مفتوح **(Open Traverse)**

و هو سلسلة نقط محددة و متصلة بحيث تكون نقطتا البداية و النهاية مختلفتين و يستعمل في رفع المناطق الطويلة الممتدة مثل الشواطئ و الطرق.

- شبكة مثلثات **(Triangulation)**

هي سلسلة نقط محددة و تؤلف فيما بينها مجموعة مثلثات بحيث تقاس فقط زوايا هذه المثلثات عدا مثلث واحد يقاس أحد أضلاعه بشكل دقيق.

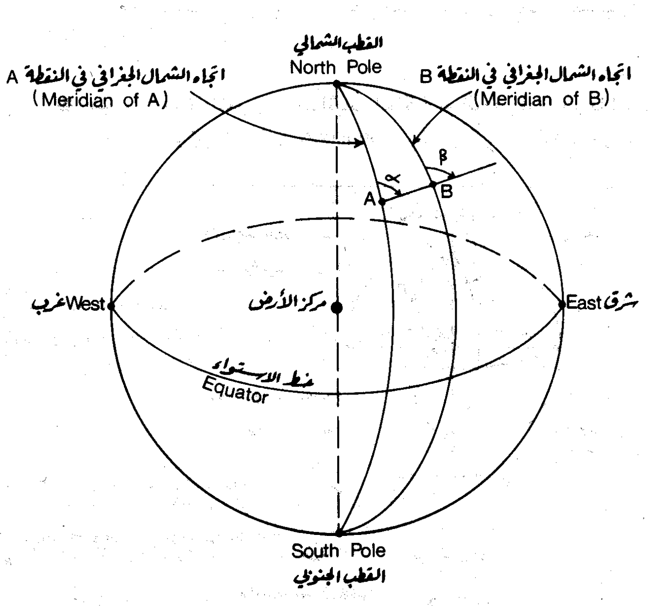
2. الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتحديد زوايا

1.2. الاتجاه المغناطيسي Magnetic Meridian

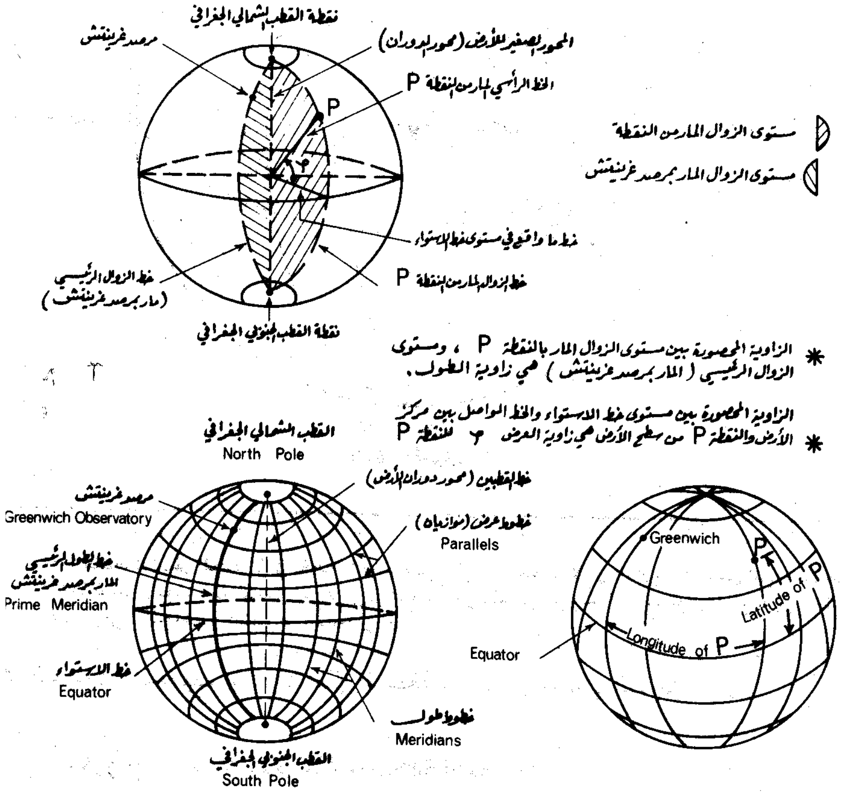
و هو الاتجاه الذي تتخذه الإبرة المغناطيسية، و هو المعتمد في أعمال قياس الزوايا بواسطة البوصلة المنشورة.

٢.2. الاتجاه الجغرافي Geographic Meridian

و هو الاتجاه المار بالشمال و الجنوب الجغرافيين للأرض، و هو المعتمد في رسم الخرائط عامة (الشكل ٢,٤ و الشكل ٣,٤).



الشكل ٢،٤: اتجاه الشمال الجغرافي في نقطة ما من سطح الأرض.



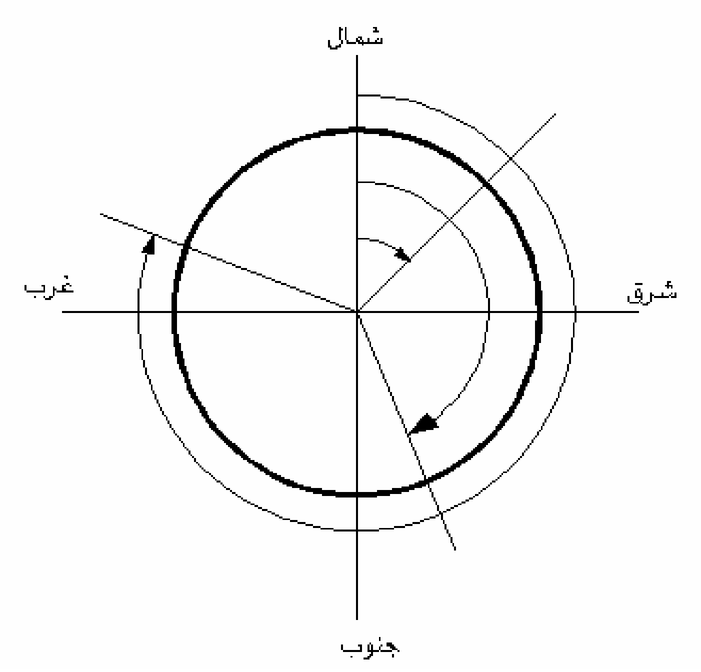
الشكل ٣،٤: الإحداثيات الجغرافية

3.2. الاتجاه المفترض Arbitrary or Assumed Meridian

و هو اتجاه مؤقت يمكن استعماله عند رسم بعض الخرائط ومن ثم ربطه بالشمال الجغرافي أو الشمال المغناطيسي مثلا.

٣. طرق تعيين الاتجاهات

- **الانحراف الدائري Azimuth**

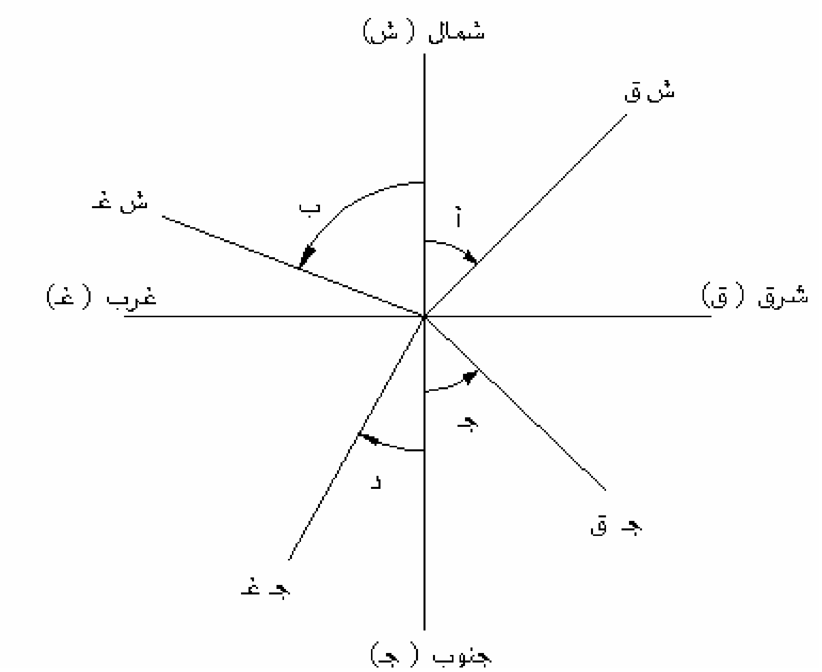


الشكل ٤،٤: الانحراف الدائري

يقاس الانحراف من خط الشمال (أو خط الجنوب) الذي يعتبر صفرا. ثم تتزايد الزاوية في اتجاه عقرب الساعة حتى تصل إلى ٣٦٠ درجة، و يكون الانحراف بين صفر و ٣٦٠ درجة (الشكل ٤،٤).

- **الانحراف الربع دائري Bearing**

فيه تقسم دائرة الأفق إلى أربعة أقسام تحدد بخط شمال -جنوب و خط شرق -غرب (الشكل ٥،٤). و تقرأ الزاوية في القسمين العلويين من خط الشمال حتى ٩٠ درجة باتجاه الشرق أو الغرب. و في القسمين السفليين، يقرأ الانحراف حتى ٩٠ درجة من الجنوب باتجاه الشرق أو الغرب و تعطى قيم الزوايا على النحو التالي: (قيمة قصوى لكل منها ٩٠ درجة).



الشكل ٥،٤: الانحراف الربع الدائري

زاوية إ : ش ق

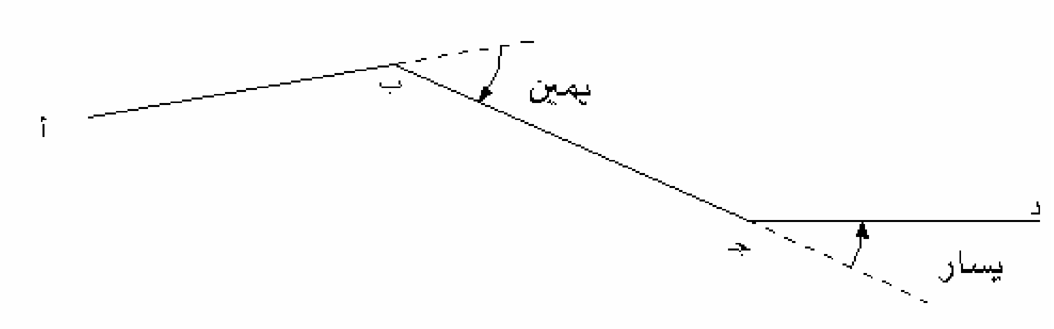
زاوية ب : ش غـ

زاوية جـ : جـ ق

زاوية د : جـ غـ

و الملاحظ بأن : الشمال أعطى حرف "ش" و الجنوب حرف "جـ" و الشرق حرف "ق" والغرب حرف "غـ".

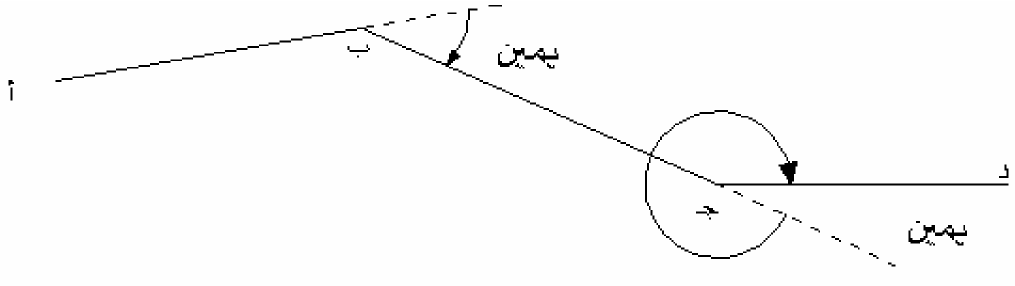
- **زاوية انكسار الخط Deflection Angle**



الشكل ٦،٤: زاوية انكسار الخط

هي الزاوية بين امتداد خط عبر نقطة و الخط المنطلق من النقطة. و نذكر قيمة الزاوية مع ذكر يسار أو يمين وفق اتجاه الخط المنطلق من النقطة (الشكل ٧،٤).

- زاوية نحو اليمين **Angle to the Right**

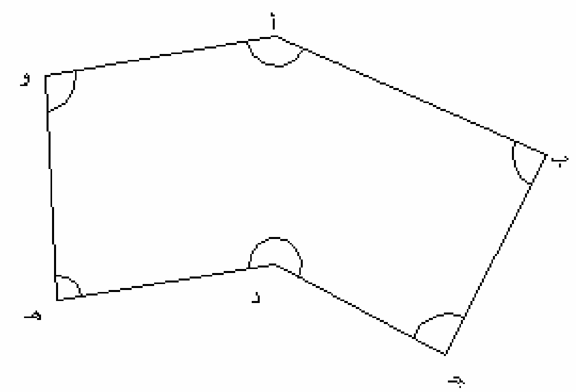


الشكل ٧،٤: زاوية نحو اليمين

هي الزاوية بين الخط الذي يسبق النقطة المقاس عندها الزاوية و الخط الذي يتبع هذه النقطة على أن تقاس الزاوية هذه دائما باتجاه عقرب الساعة (الشكل ٧،٤).

- الزوايا الداخلية لترا فرس **Interior Angles**

هي الزوايا المحصورة ضمن شكل هندسي متعدد الزوايا (الشكل ٨،٤). و يجب أن يكون مجموع الزوايا الداخلية لأي ترافرس مساويا للتالي: ١٨٠ درجة (هـ - ٢)
حيث هـ - تمثل عدد أضلاع الترافرس.

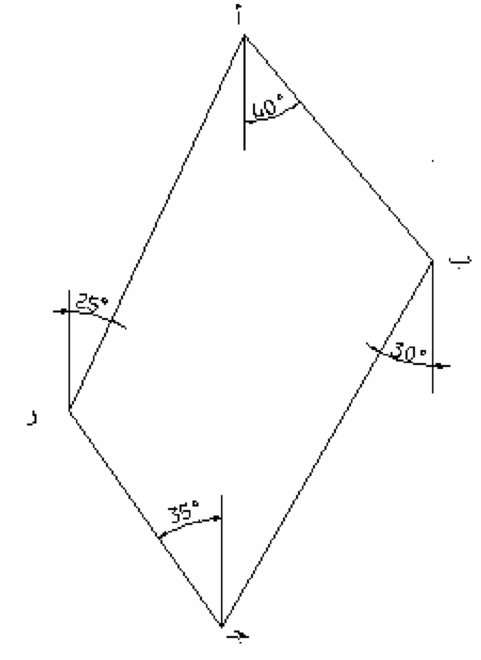


الشكل ٨،٤: الزوايا الداخلية لترا فرس

أمثلة :

مثال ١: أوجد الانحراف الدائري لأضلاع الترافرس إ د من الانحرافات الربع دائرية التالية (الشكل ٩،٤):

الضلع	الانحراف	الربع الدائري
أ ب	ح	٤٠ درجة ق
ب جـ	جـ	٣٠ درجة غ
جـ د	ش	٣٥ درجة غ
د أ	ش	٢٥ درجة ق



الشكل ٩،٤: الترافرس

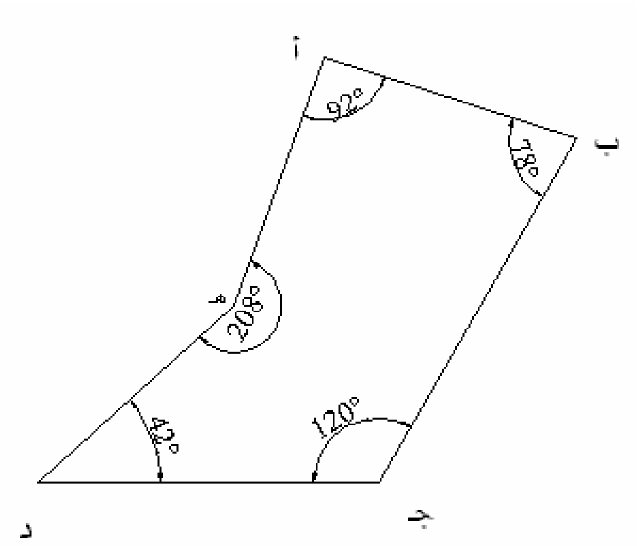
الانحراف الدائري للضلع أب =١٨٠ – ٤٠ = ١٤٠ درجة

الانحراف الدائري للضلع ب جـ = ١٨٠ + ٣٠ = ٢١٠ درجة

الانحراف الدائري للضلع جـ د = ٣٦٠ – ٣٥ = ٣٢٥ درجة

الانحراف الدائري للضلع د هـ = ٢٥ درجة.

مثال ٢: يبين الجدول التالي الزوايا الداخلية لترا فرس إ ب ج د هـ (الشكل ١٠،٤) المسمى باتجاه الساعة. المطلوب إيجاد الانحراف الدائري لجميع أضلاع الترافرس مع العلم بأن الانحراف الدائري للضلع إ ب هو ١١٠ درجة.



الشكل ١٠,٤: الترافرس

الزاوية الداخلية

أ	٩٢ درجة
ب	٧٨ درجة
جـ	١٢٠ درجة
د	٤٢ درجة
هـ	٢٠٨ درجة

الحل:

انحراف الضلعأ ب = ١١٠ درجة

قيمة الزاوية ب١ = ١٨٠ – ١١٠ = ٨٠ درجة

قيمة الزاوية ب٢ = ١٨٠ – ٨٠ – ٧٨ = ٣٢ درجة

انحراف الضلع ب جـ = ١٨٠ + ٣٢ = ٢١٢ درجة

قيمة الزاوية جـ١= ١٢٠ – ٣٢ = ٨٨ درجة

انحراف الضلع جـ د = ٣٦٠ – ٨٨= ٢٧٢ درجة

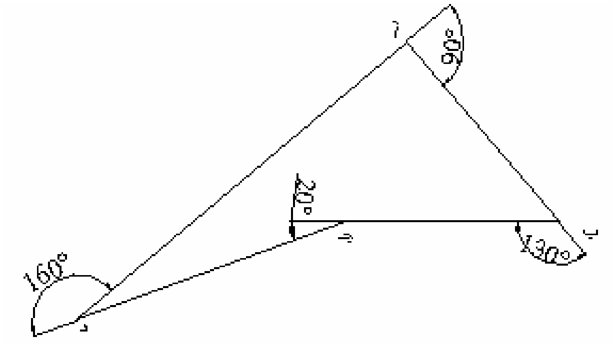
انحراف الضلع د هـ = (١٨٠ – ٨٨) – ٤٢ = ٥٠ درجة

قيمة الزاوية هـ١= ٢٠٨ – ٥٠ = ١٥٨ درجة

انحراف الضلع هـ١ = ١٨٠ – ١٥٨= ٢٢ درجة

مثال ٣: يبين الجدول التالي انكسار خطوط أضلاع الترافرس إ ب ج د (الشكل ١١،٤)، المطلوب إيجاد قيمة الزوايا نحو اليمين و قيمة الزوايا الداخلية للترافرس.

	زاوية انكسار الخط
أ	٩٠ درجة يمين
ب	١٣٠ درجة يمين
جـ	٢٠ درجة يسار
د	١٢٠ درجة يمين



الشكل ١١،٤: الترافرس

الزوايا نحو اليمين :

أ = ٩٠ درجة

ب = ١٣٠ درجة

جـ = ٣٦٠ – ٢٠ = ٣٤٠ درجة

د = ١٦٠ درجة

الزوايا الداخلية للترافرس :

أ = ١٨٠ – ٩٠ = ٩٠ درجة

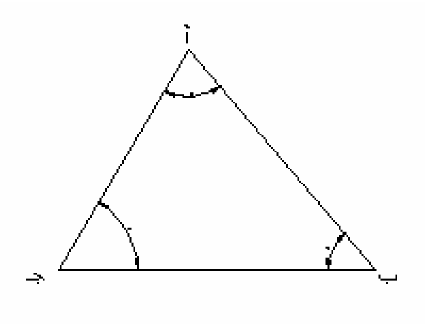
ب = ١٨٠ – ١٣٠ = ٥٠ درجة

جـ = ١٨٠ + ٢٠ = ٢٠٠ درجة

أ = ١٨٠ – ١٦٠ = ٢٠ درجة

مثال ٤: في المثلث أب جـ (الشكل ١٢,٤) ، أوجد قيمة الزاوية الداخلية إ إذا علمت أن قيمة الزاويتان ب، جـ هي $28^o\ 40'\ 30''$ و $84^o\ 27'\ 45''$.

الحل:



الشكل ١٢,٤ : مثلث

قيمة الزاويتان **ب** و **جـ** تساوي:

$$
\begin{array}{r}
27^o\ \ 40'\ \ 30'' \\
84^o\ \ 27'\ \ 45'' \\
\hline
111^o\ \ 67'\ \ 75''
\end{array}
$$

أو $112^o\ 8'\ 15''$

قيمة الزاوية أ = $180^o - 112^o\ 8'\ 15''$

٤. أجهزة قياس الزوايا

فيما يلي لائحة بأهم أجهزة قياس الزوايا و تحديدها:

٤.١. البوصلة (Compass)

أصبح استعمال البوصلة أمرا شائعا إذ تستخدم في مجالات مختلفة و لأغراض متعددة كما أنها تصنع أيضا على أشكال متنوعة و منها البسيط و منها المعقد.

أ- أجزاء البوصلة الأساسية:

تتكون من ثلاثة أجزاء: إبرة مغناطيسية Magnetic Needle و قرص دائري Graduated circle و علامات تسديد Sighting marks

ب- أشكال البوصلة Compass Forms

هناك نوعان رئيسان يغلب استعمالهما و هما:

- بوصلة المساح Surveyor' s Compass
- البوصلة المنشورة Prismatic Compass

ب-١. بوصلة المساح Surveyor' s Compass

تتكون بوصلة المساح من الأجزاء التالية:

- محفظة أو صندوق البوصلة مثبتا في وسطها حامل رأسي يعلوه رأس مخروطي مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية بالإضافة إلى قرص دائري مدرج بالدرجات (أو أنصاف الدرجات) و غطاء زجاجي يغطي سطح المحفظة فيحمي الإبرة و يمنع تسرب الغبار والرطوبة إلى الداخل.
- علامتان للتسديد مثبتتين في وضع رأسي على طرفي المحفظة و تحوي كل منهما على شق رأسي يساعد في تحديد خط النظر (رصد الهدف أو النقطة).
- اثنان من موازين التسوية (Two levels) مثبتان بحيث يكون امتداد محوري الميزانين متعامدين مع بعض.

- قاعدة معدنية يرتكز على سطحها العلوي المحفظة و موازين التسوية و علامتا التسديد كما تتصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي و أدوات وصل هذه القاعدة من أسفلها بمجموعة براغي و أدوات وصل ليتم ربطها بحامل إذا أريد ذلك.

-طريقة استخدام بوصلة المساح

امتداد الخط (من الجهتين) الواصل بين رمز اتجاه الشمال الممثل هنا بالسهم الأسود على القرص الدائري المدرج ورمز الجنوب الممثل بالحرف S ينطبق على تدريجي الصفر على القرص الدائري و أنه أيضا يتوافق مع اتجاه خط النظر (أي أن خط الشمال -الجنوب على القرص الدائري يقع ضمن المستوى الرأسي المار بمحوري علامتي التسديد الأمامية و الخلفية). امتداد خط الشرق -الغرب من الجهتين يمر بالتدريج ٩٠° على القرص الدائري. إذن يكفي لتحديد اتجاه خط ما AB أو انحراف ذلك الخط على الشمال المغناطيسي، أن نقوم بالخطوات التالية:

- نثبت البوصلة بحيث يكون صندوق الإبرة في وضع أفقي (بالاستعانة بموازين التسوية) و مركز الصندوق يقع رأسيا فوق النقطة A ثم نلف صندوق البوصلة إلى أن يتقاطع خط النظر (المار بمحوري علامتي التسديد) بالنقطة B (نهاية الخط).

- نقرأ رقم التدريج على امتداد الإبرة المغناطيسية من جهة الشمال فيكون معبراً عن مقدار الاتجاه الربع الدائري أو المختصر لذلك الخط.
- أخيرا لتحديد ربع الدائرة الذي يقع فيه الخط يكفي أن نلاحظ رمزي الاتجاهين الواقعين على يمين و يسار الإبرة المغناطيسية فإن كان على سبيل المثال أحد الرمزين S (جنوب) و الأخر (W) غرب و كان مقدار التدريج الذي تشير إليه الإبرة ٦٥° فإن اتجاه ربع الدائري للضلع يكون W ٦٥° S.

ب- ٢ البوصلة المنشورة Prismatic Compass

تتكون البوصلة المنشورة من الأجزاء التالية:

- **محفظة أو علبة** (Compass Box) نحاسية أسطوانية الشكل قطرها يتراوح بين ٦-١٥ سم يغطيها قرص زجاجي يمنع تسرب الغبار و الرطوبة و يسمح برؤية التدريجات على قرص دائري في قعر العلبة.

- حامل رأسي يعمل كمحور ارتكاز Pivot في مركز العلبة يعلوه سن مدبب ترتكز عليه إبرة مغناطيسية يمكنها أن تدور حوله بحرية
- قرص دائري Compass Ring ، هذا القرص مدرج بالدرجات و بأنصاف الدرجات. التدريجات تبتدئ بالصفر عند القطب الجنوبي للإبرة و تتزايد باتجاه دوران عقارب الساعة فتبلغ ٩٠° عند لغرب و ١٨٠°عند الشمال و ٢٧٠° عند الشرق و ٣٦٠° عند القطب الجنوبي ذاته. يلاحظ أنه نظرا للاتصال المعدني الوثيق بين الإبرة و القرص المدرج فإن القطب الجنوبي للإبرة يبقى منطبقا على الصفر و القطب الشمالي للإبرة يبقى منطبقا على ١٨٠° مهما دارت العلبة أو القرص.

- موشور Prism ثلاثي زجاجي مغلق بصفائح نحاسية و متصل مفصليا بقطعة معدنية مثبتة في جدار العلبة الخارجي.
- علامة أو لوحة تسديد Object Vane رأسية في وسطها فتحة طولية.
- فقاعة تسوية Leveling Bubble يستعان بها لجعل العلبة و بالتالي الإبرة في وضع أفقي عند الرصد.

-طريقة استخدام البوصلة المنشورة

لقياس الاتجاه الدائري الكلي Whole Circle Bearing or Azimuth لخط ما AB ، نتبع الخطوات التالية (على أساس أن خط الشمال المغناطيسي هو خط الاتجاه المرجعي Reference Meridian. نثبت البوصلة في اليد أو على حامل شريطة أن يكون مركز البوصلة رأسيا فوق نقطة بداية (A) المراد تحديد زاوية انحرافه عن اتجاه الشمال المغناطيسي.

توضع فقاعة التسوية وسط مجراها. وضع المنشور الثلاثي و كذا علامة التسديد في وضع رأسي ثم يعدل وضع المنشور إلى أن يتم من خلاله رؤية التدريجات بوضوح تام. نرصد الهدف أو نقطة نهاية الخط المراد تعيين انحرافه عن خط الشمال المغناطيسي من خلال الشق أو الفتحة الطولية الواقعة فوق المنشور الثلاثي.

نحتاج هنا إلى تدوير صندوق البوصلة إلى أن يصبح الشاخص المغروس رأسيا في نقطة نهاية الخط (B) و الشعرة أو السلك الرفيع المشدود على محور علامة التسديد على خط واحد. ثم من خلال المنشور الثلاثي نلاحظ و نسجل القراءة الواقعة على امتداد الشعرة المثبتة وفق محور لوحة التسديد. إن هذه القراءة تمثل الاتجاه الدائري الكلي للخط AB. و نلاحظ أن رصد الهدف و قراءة زاوية الانحراف تتم في وقت واحد.

٢,٤. اللوحة المستوية Plane Table

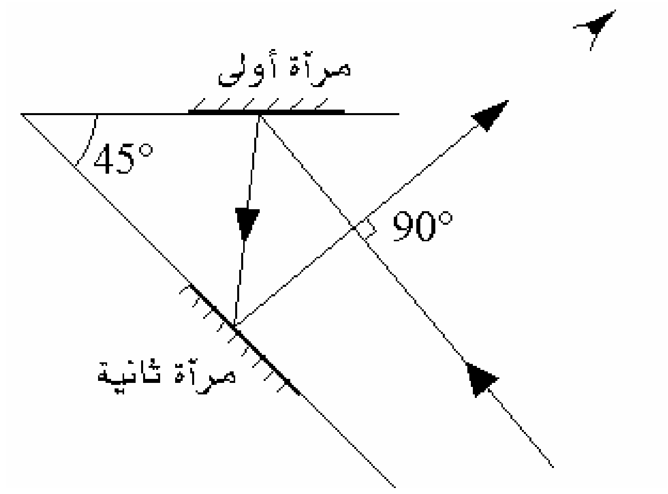
يتألف هذا الجهاز من لوحة أفقية عليها ورقة رسم. تثبت اللوحة عند رأس الزاوية المراد معرفتها و يرسم على الورقة خط مواز للخط المتجه نحو أحد ضلعي الزاوية. ثم يرسم خط ثاني باتجاه الضلع الثاني و تكون الزاوية بين الاتجاهين هي الزاوية المرسومة على الورقة.

٣,٤. السكستان Sextant

يستعمل هذا الجهاز بالدرجة الأولى في المسح المائي بأخذ زوايا من مركب متحرك و ذلك لتمكن هذا الجهاز من قياس زوايا في أي مسطح كان دون الحاجة لأن يكون هذا المسطح أفقيا. و هو أدق جهاز لقياس الزوايا باليد بحيث يمكن استعماله أيضا في بعض الأعمال الاستكشافية على الأرض.

٤,٤. المثلث المرئي Optical Square

هذا الجهاز مؤلف من مرآتين (الشكل ١٣,٤)، الزاوية بينهما تساوي ٤٥ درجة، موضوعتين في علبة مقفلة. فإذا وقع شعاع ضوء على إحداهما، فإن هذا الشعاع ينعكس من المرآة الأولى للثانية ثم ينعكس مرة أخرى من المرآة الثانية بحيث يكون الشعاع المنعكس نهائيا من الجهاز متعامدا على الشعاع القادم أصلا للمرآة الأولى. و عليه فإن الناظر للمرآة الثانية يرى دائما باتجاه متعامد على الخط الواصل بينه و بين الجهاز.



الشكل ١٣,٤ : طريقة عمل المثلث المرئي

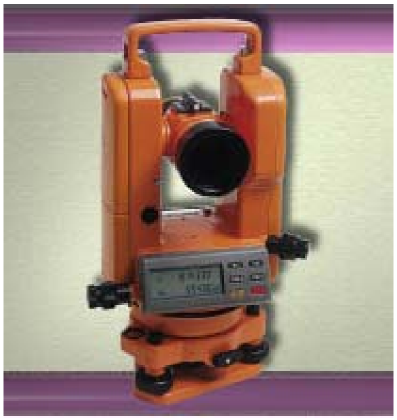
لإنشاء خط متعامد على الخط أب، أحمل الجهاز فوق النقطة إ و أنظر خارج الجهاز نحو شاخص عند ب. أطلب من شخص أن يحمل شاخصا آخر باتجاه متعامد تقريبا على أب. دعه يتحرك حتى تتمكن من رؤيته خلال الجهاز و ليكن ذلك عند نقطة ج مثلا. عندها يكون اتجاه أج متعامدا على اتجاه أب. يلاحظ بأن المثلث المرئي هو جهاز لتحديد زوايا قائمة فقط و هو، بخلاف الأجهزة المذكورة أعلاه، لا يمكن من قراءة زاوية. و هو يستعمل بكثرة عند المسح بالشريط لإنشاء أعمدة بدقة و بسرعة.

٥,٤. جهاز المزواة (جهاز الثيودوليت)

يعتبر جهاز الثيودوليت من أدق الأجهزة في قياس الزوايا الأفقية و الرأسية، حيث تصل دقة بعض أنواع الثيودوليت إلى جزء من عشرة من الثانية. و تصنف أجهزة الثيودوليت بصورة عامة إلى نوعين رئيسيين هما:

- الترانزيت Transit و تسمى أحيانا بالثيودوليت ذو الورنية لأن قراءة الزوايا تتم على دائرة خارجية مزودة بورنية .
- الترانزيت الحديث (الترانزيت الأوروبي)

و هو الأكثر شيوعا و الأكثر استعمالا. الشكل ١٤,٤ يبين نوع من أنواع الثيودوليت.



الشكل ١٤،٤ : الثيودوليت من نوع METLAND FET 110

على العموم يتكون جهاز التيودوليت من ثلاثة أجزاء هي: الجزء العلوي، القاعدة، و وسط الجهاز.

- الجزء العلوي من الجهاز

يسمى العضادة (Alidade) و يشمل على:

- الدائرة المدرجة التي تعطي قراءات الزوايا الرأسية
- المقراب (المنظار أو التلسكوب)
- حامل المنظار
- المسواة
- منظار القراءة (المنظار المجهري) التي تتم بواسطته قراءة الزوايا المرصودة من خلال نافذتين: الأولى تعطي قراءة الزاوية الرأسية و يرمز لها بالرمز V أي رأسي (Vertical)، و الثانية تعطي قراءة الزاوية الأفقية و يرمز لها بالحرفين (Hz) أي لأفقي (Horizontal).

- القاعدة

هي الجزء السفلي من الجهاز الذي يستند على قاعدة الحامل الثلاثي و به براغي التسوية الثلاثة التي يمكن بواسطتها ضبط الجهاز أي تسطيحه و جعله في وضع أفقي تماما باستعمال المسواة.

- وسط الجهاز

يشمل على :

- الدائرة المدرجة الأفقية
- العدسة الثاقولية أو الثاقول البصري (Optical Plummet) والتي يتم بواسطتها وضع الجهاز متسامتا على نقطة القياس.

و للثيودوليت محوران متعامدان، هما المحور الراسي و المحور الأفقي حيث يدور المنظار في المستوى الرأسي حول المحور الأفقي و تدور معه الدائرة المدرجة الرأسية لتعطي الزوايا الراسية، كما يسمح المحور بالدوران في مستوى أفقي فتدور حوله الدائرة الأفقية المدرجة لتعطي الزوايا الأفقية.

- **ضبط التيودوليت**

يتلخص ضبط التيودوليت على النحو التالي:

١. يثبت الثيودوليت على قاعدة الحامل الثلاثي بحيث يكون في الوسط تماما حتى يكون هناك مجال لتحريكه على القاعدة في جميع الاتجاهات، و تضبط براغي التسوية بحيث تكون ثلاثتها في مستوى واحد.
٢. يوضع الجهاز أعلى النقطة بحيث تشكل أرجل الحامل الثلاثة مثلث متين و بحيث تكون قاعدة الحامل في وضع أفقي بقدر الإمكان.
٣. يستعمل المنظار الثاقولي (العدسة الثاقولية) لوضع الجهاز أعلى النقطة تماما و هذا ما يعرف بعملية التسميت.
٤. توجه المسواة الأنبوبية إلى كل رجل من الأرجل الثلاثة للحامل و تحرك الرجل أعلى و اسفل إلى أن تتحرك فقاعة المسواة إلى منتصف الأنبوب تقريبا.
٥. يفك مسمار التثبيت في الحامل قليلا و يحرك الجهاز من خلال العدسة الثاقولية إلى أن يتم تسميت الجهاز مرة أخرى ثم يقفل مسمار التثبيت.

تستعمل براغي التسطيح لتسطيح الجهاز

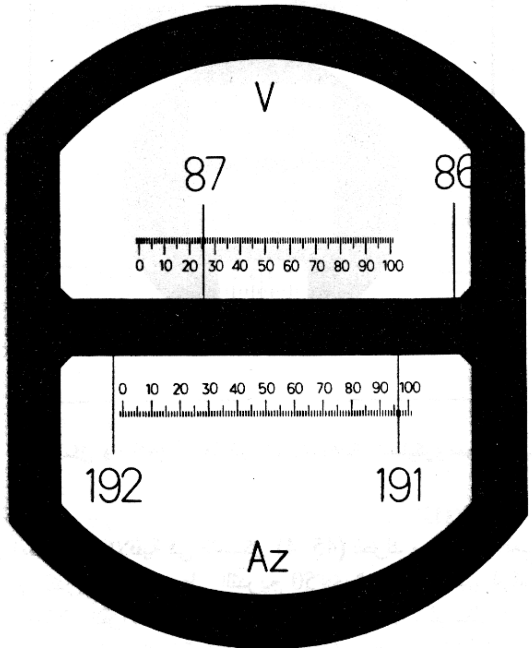
١. .يتم بعد ذلك التأكد من التسميت و التأكد من تطابق شعيرتي المنظارالثاقولي مع النقطة.
٢. بعد إتمام عملية التسميت و التسطيح يكون الثيودوليت جاهزا للقراءة فيتم التوجيه إلى الهدف و توضح الرؤية و تعدل مرآة توضيح القراءة و تؤخذ القراءة.

- طريقة القراءة بالثيودوليت

بالنظر من خلال منظار القراءة في الثيودوليت (الشكل ١٥,٤) يوجد نافذتين:

- الأولى لقراءة الزوايا الراسية (V)
- الثانية لقراءة الزوايا الأفقية (Az)

و حتى لا يحدث تشابه بين القراءتين فإنه في الكثير من الأجهزة تكون إحدى النافذتين ملونة باللون الأصفر ليسهل التمييز بينهما. وتختلف قراءة الجهاز حسب دقة الجهاز نفسه. و من خلال الشكل يمكن قراءة 87.25 درجة مئوية للزاوية الرأسية ، و 191.96 درجة مئوية بالنسبة للزاوية الأفقية.



الشكل ١٥,٤: قراءة الزوايا في الثيودوليت ويلد Wild
(القراءة بالدرجات المئوية)

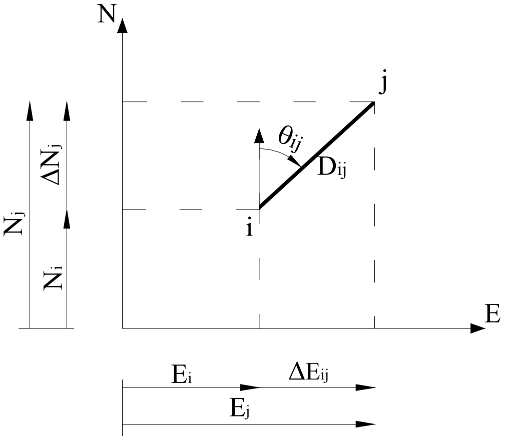
- مصادر الأخطاء في أعمال الثيودوليت

تنتج أخطاء عند استعمال المزواة (الثيودوليت)، و قد تكون هذه الأخطاء في الجهاز أو أخطاء شخصية أو أخطاء طبيعية. فأخطاء الجهاز تحدث عندما يكون الجهاز محتاج إلى تعديل نتيجة لسوء استعماله على سبيل المثال عندما تكون المحاور الرأسية غير متعامدة على المحاور الأفقية، أو أن المسواة لا تعطي الوضع الأفقي تماما أو تكون شعيرة القراءة في المنظار قد انحرفت عن وضعها الصحيح. و يمكن للمساح تصحيح بعض أخطاء الجهاز دون الرجوع إلى مساعدة فنية متخصصة. مما يمكن التقليل من تأثير هذه الأخطاء بضبط الجهاز قبل استعماله و اتباع الطرق الصحيحة في الأعمال الحقلية.

٥. حساب الإحداثيات Calculation of Coordinates

من المسافة الأفقية وزاوية الانحراف عن الشمال(الشكل ١٦،٤) يمكن حساب فرق الإحداثيات بين النقاط. و عادة في المضلعات، تكون أضلاع المضلع معروفة و كذلك الزوايا المحصورة بينها و منها تحسب انحرافات الأضلاع. ويتم حساب الإحداثيات باستخدام القوانين التالية:

$$\begin{Bmatrix} \Delta E_{ij} = D_{ij} \sin \theta_{ij} \\ \Delta N_{ij} = D_{ij} \cos \theta_{ij} \end{Bmatrix}$$



الشكل ١٦،٤: المسافة الأفقية وزاوية الانحراف عن الشمال

$$\begin{Bmatrix} E_j = E_i + \Delta E_{ij} \\ N_j = N_i + \Delta E_{ij} \end{Bmatrix}$$

حيث أن ،

E_i هي الإحداثي الشرقي للنقطة i

N_i هي الإحداثي الشمالي للنقطة i

E_j هي الإحداثي الشرقي للنقطة j

N_j هي الإحداثي الشمالي للنقطة j

θ_{ij} هي الانحراف الكلي للخط ij

D_{ij} هي المسافة الأفقية بين i و j

كذلك :

$$D_{ij} = \left[\Delta E_{ij}^2 + \Delta N_{ij}^2\right]^{1/2}$$

$$\theta_{ij} = \tan^{-1} \frac{\Delta E_{ij}}{\Delta N_{ij}}$$

مساحة

الميزانية

الميزانية

٥

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : تعلّم عملية قياس الأبعاد الرأسية للنقط على الأرض وكيفية حسابها و استخدامها في إيجاد خطوط الكنتور.

الأهداف :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- التسوية المثلثية.
- التسوية بالميزان.
- تطبيقات التسوية.
- كيفية إيجاد خطوط الكنتور.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٧ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات.
- مبادئ عامة في الرسم.

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية -١

1.مقدمة

الميزانية هي عملية مساحية لقياس الأبعاد الرأسية للنقط على الأرض و يتم إيجاد البعد الرأسي بين النقاط إما بالمقارنة بالنسبة لبعضها أو بالنسبة لمستوى ثابت يطلق عليه اسم مستوى المقارنة. و تعتبر الميزانية من أهم الأعمال المساحية بالنسبة للمهندسين و تعتبر أساس لكل المشروعات الهندسية إن كانت مدنية ، معمارية أو جيولوجية. و كذلك للأعمال الخرائطية. ومن أهم أنواع الميزانية نجد :

الميزانية المثلثية Trigonometric Leveling

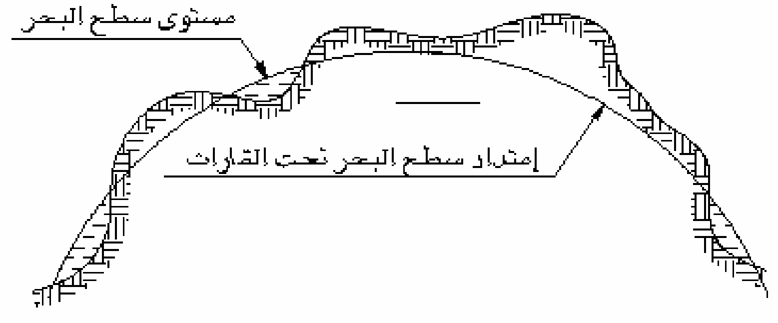
الميزانية الشبكية Checkerboard leveling

الميزانية الفرقية Differential Leveling

2. تعاريف أساسية

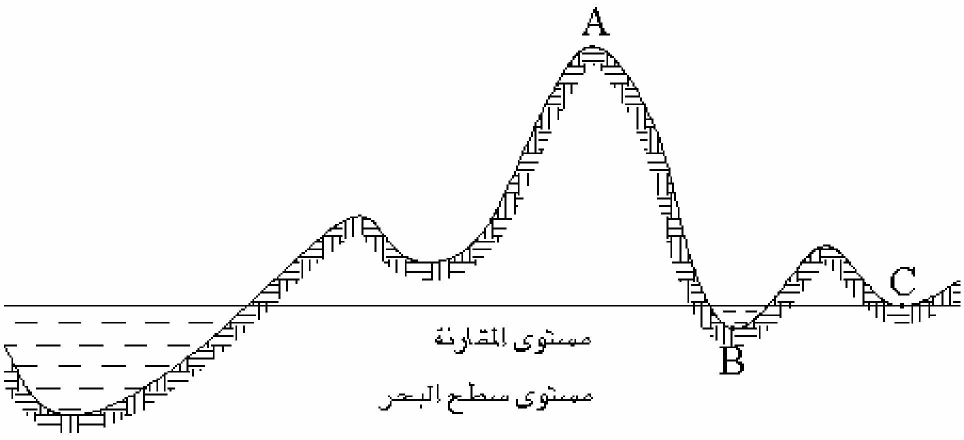
- **الميزانية** : هي فرع من فروع المساحة و تتخصص في قياس الأبعاد الرأسية بين مختلف النقاط على سطح الأرض. ثم مقارنة ارتفاعات هذه النقط و انخفاضاتها بالنسبة لبعضها أو بالنسبة لمستوى المقارنة.

- مستوى المقارنة : على العموم يكون مستوى المقارنة هو متوسط مستوى سطح البحر متواصلا افتراضيا تحت القارات. و بما أن جاذبية سطح البحر تزيد قيمتها كلما اتجهنا إلى الشمال و تقل كلما اتجهنا نحو الاستواء فإن كل دول من دول العالم تتخذ منسوب سطح البحر أو المحيط المحدد لها كمنسوب لسطح المقارنة (الشكل ١,٥).



الشكل ١,٥: يبين سطح البحر كمنسوب لسطح المقارنة.

- **منسوب النقطة** : هو البعد الرأسي بين النقطة على سطح الأرض و بين مستوى المقارنة. و يكون المنسوب موجب إذا كانت النقطة فوق مستوى المقارنة و سلباً إذا كانت تحت مستوى المقارنة.و بالتالي فإن النقط ذات منسوب صفر هي النقط الموجودة على امتداد مستوى سطح البحر (الشكل ٢,٥).



الشكل ٢,٥: منسوب النقطة

منسوب النقطة A موجب

منسوب النقطة B سالب

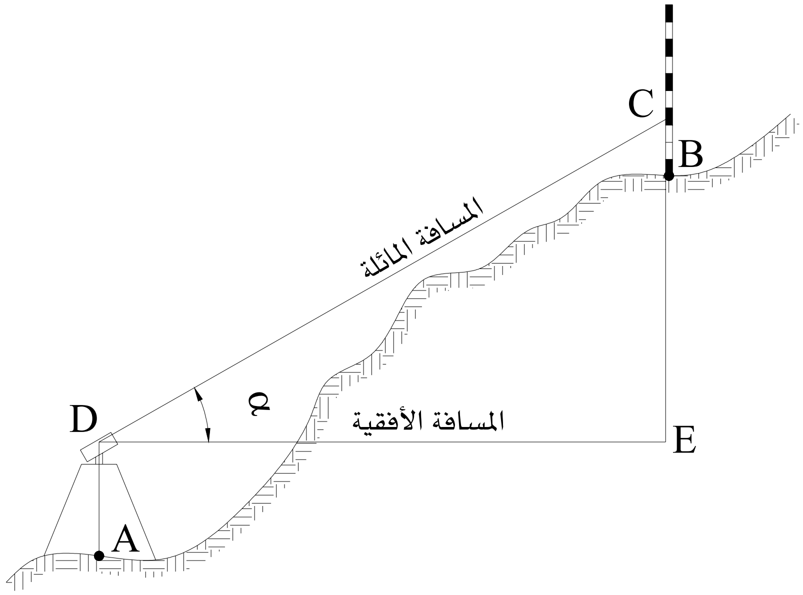
منسوب النقطة C صفر

- **علامات الميزانية : Bench Marks**

هي نقط ثابتة موجودة على سطح الأرض و يتم تحديد مناسيبها بدقة عالية و تكون مرجعاً لتحديد مناسيب نقط أخرى في الأعمال المساحية و الهندسية التي تقع بالقرب من علامات الميزانية وذلك دون الرجوع إلى مستوى سطح البحر و هذه النقاط هي عبارة عن علامات معدنية مثبتة في الأرض و هذه العلامات مسجلة لدى مصلحة المساحة و بالرجوع إليها يمكن الحصول على كشف يبين كيفية الوصول على كل منها.

٣. التسوية المثلثية

يحسب الفرق في الأبعاد الرأسية بين أي نقطتين بقياس الزاوية الرأسية من إحدى النقطتين على النقطة الأخرى و بمعرفة إما المسافة المائلة أو المسافة الأفقية الفاصلة بين النقطتين. ثم يتم حساب الفرق في الارتفاع بتطبيق قوانين حساب المثلثات (الشكل ٣,٥).



الشكل 3.5: يبين حساب الفرق في الارتفاع

DE : مسافة أفقية

CE : مسافة رأسية

$$CE = DC \sin \alpha$$

الفرق بين منسوبي **A** و**B** يساوي :

$$AB = AD + CE - BC$$

AB : ارتفاع آلة القيس فوق النقطة **A**

BC : الارتفاع فوق النقطة **B** يمكن قياسه بإحدى أدوات قيس المسافات.

تبقى هذه الطريقة محدودة و ذلك لمسافات أفقية لا تتعدى حوالي ٣٠٠ متر.

مثال :

تم رفع المسافة المائلة بالميزان و سجلنا **50,60** متر و زاوية مقدارها $\mathbf{30}^0$ أوجد منسوب النقطة B علما أن منسوب النقطة A يساوي **245,00** ، ارتفاع آلة القيس تساوي 1,40 متر و الارتفاع على القامة يساوي 2,35 متر.

الحل:

DC = 50,25 m
α = 30^0
AD = 1,40 m
BC = 2,35 m

CE = DC sin α
CE = 50,60 sin (30^0) = 25,30 m
AB = AD + CE –BC
AB = 1,40 + 25,30 – 2,35 = 24,35 m.

و نتحصل على منسوب النقطة B

245,00 + 24,35 = 269.35 متر.

.4التسوية بالميزان

التسوية بالميزان تعتبر من أهم العمليات المساحية في الأعمال المتعلقة بدراسة سطح الأرض و كذلك في المشاريع الهندسية و الأعمال الخرائطية. و من أهم أعمال التسوية بالميزان نجد:

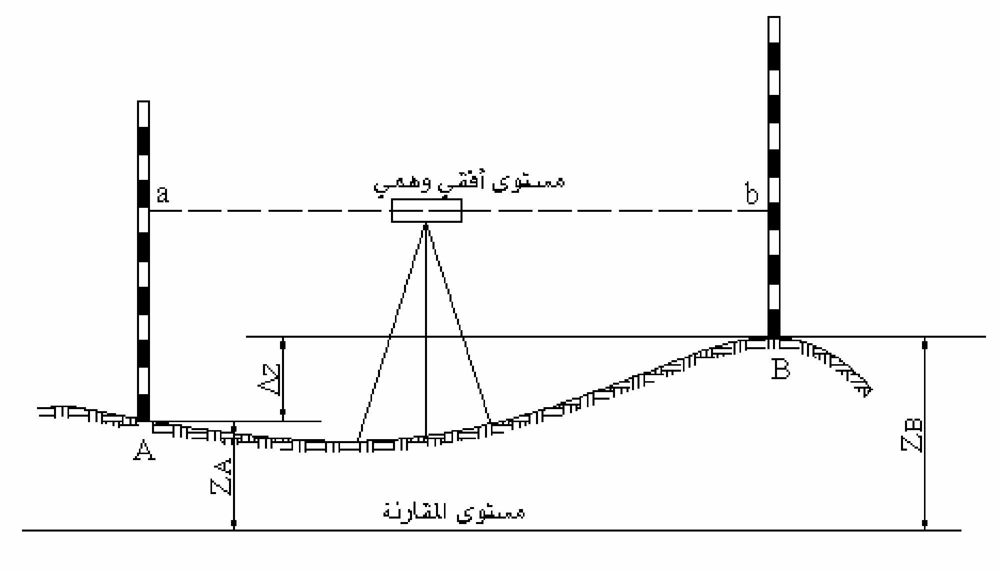
الميزانية الفرقية أو الطولية

الميزانية العرضية

الميزانية الشبكية

1.4. مبادئ التسوية بالميزان

يتم قياس الفرق في الارتفاع بين نقطتين أو إيجاد البعد الرأسي بينهما بتكوين مستوى أفقي وهمي يقطع قامتين (مسطرتين طويلتين مدرجتين) موضوعتين على النقطتين و الفرق بين قراءتي القامتين هو الفرق في الارتفاع بين النقطتين (الشكل ٤,٥).



الشكل 4.5: يبين الفرق في الارتفاع بين نقطتين

نفرض على سبيل المثال نقطتين A و B نبحث عن الفرق في الارتفاع بينهما. نضع قامتين لهما نفس الموصفات على النقطتين و باستعمال الميزان نكون مستوى أفقي وهمي موازي لمستوى المقارنة و يقطع القامات في b و a .

a : هي القراءة تمثل المسافة Aa

b : هي القراءة تمثل المسافة Bb

و نستطيع استنتاج مايلي :

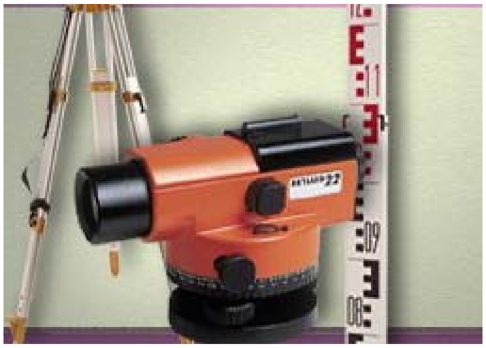
الفرق في الارتفاع $b - a = \Delta z$

منسوب B = منسوب A + b – a

$b - a + Z_A = Z_B$

2.4. الميزان

يتكون الميزان من ثلاثة أعضاء رئيسية و هي (الشكل ٥،٥):



الشكل ٥,٥ : الميزان من نوع METLAND

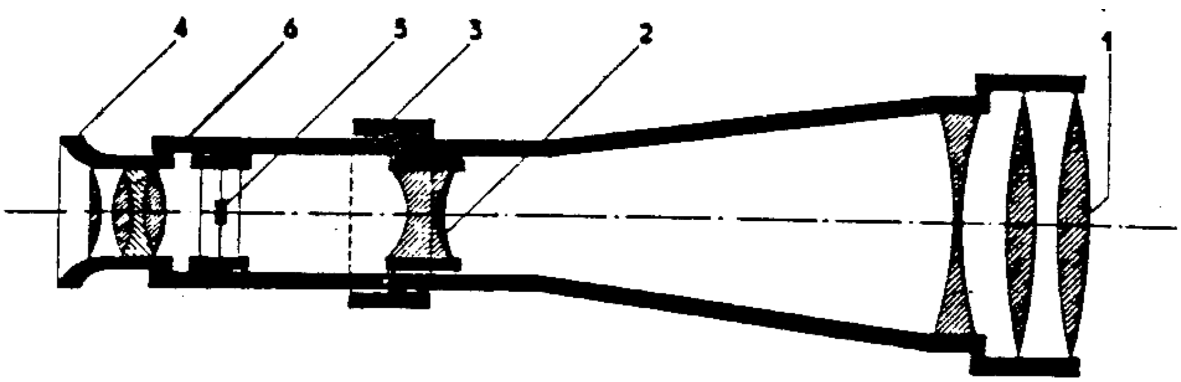
المقراب

المسواة

قاعدة الميزان

أ) المقراب

المقراب هو المنظار و من خلاله نكون خط نظر و يستعمل لتكبير و توضع صورة الهدف و هو عبارة عن إسطوانة معدنية بداخلها العدسات و حامل الشعيرات.



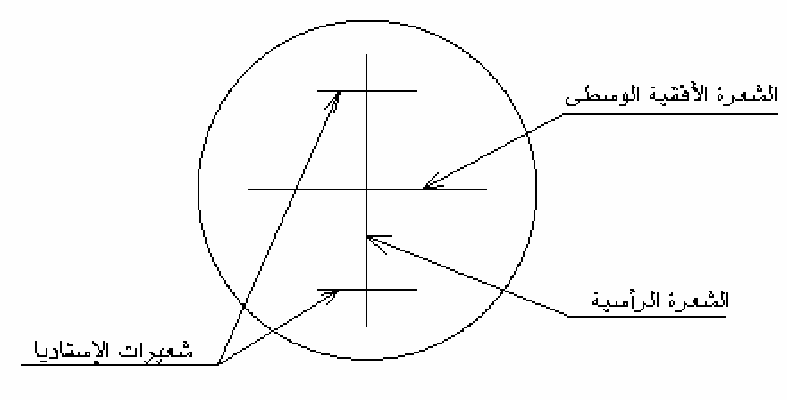
الشكل ٥,٥: المقراب

١ - العدسة الشيئية و وظيفتها الحصول على صورة مقلوبة مصغرة

٢ - عدسة إضافية متحركة وظيفتها تطبيق الصورة على مستوى حامل الشعيرات بواسطة المسمار ٣

٤ -مسمار تعديل العدسة العينية

٥ -حامل الشعيرات



الشكل ٦,٥: حامل الشعيرات

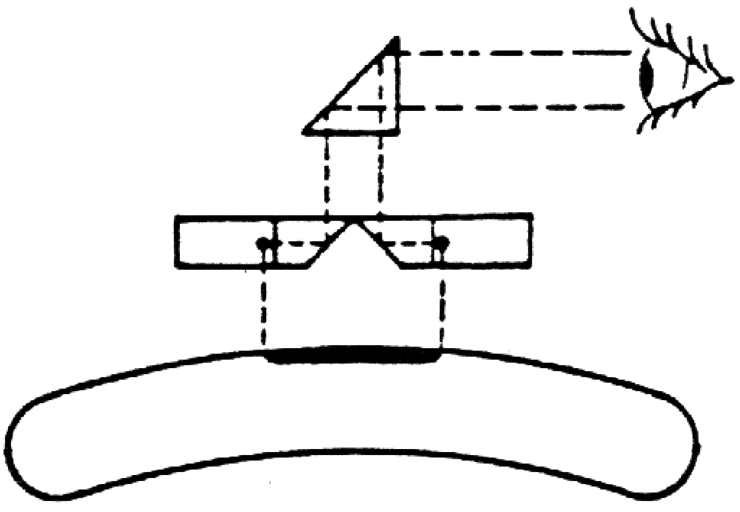
٦ -العدسة العينية و وظيفتها تكبير الصورة

- طريقة تعديل حامل الشعيرات:

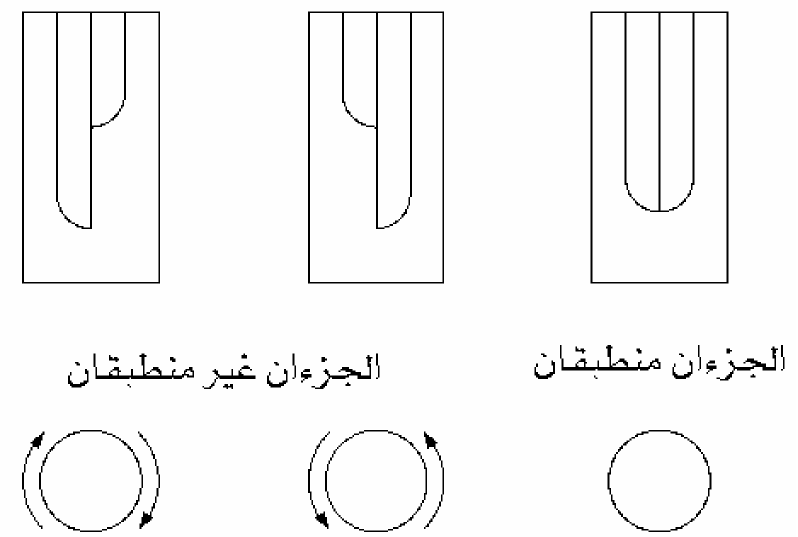
التعديل يتغير من مستخدم إلى آخر و يتم التعديل مرة واحدة لنفس المستخدم و ذلك بتوجيه المقراب على خلفية فاتحة و بتدوير المسمار (٤) إلى أن تظهر الشعيرات بدقة و سواد واضح.

ب -المسواة :

يوجد بالميزان مسواتان إحداهما دائرية وظيفتها التسطيح التقريبي و الأخرى أنبوبية تستعمل للتسطيح الدقيق. تظهر الفقاعة في المسواة الأنبوبية منقسمة إلى جزأين متشابهين و يتحرك كل جزء عكس الأخر ثم أثناء ضبط الجهاز و عند ضبط الأفقية يظهر الجزءان منطبقان على شكل حرف يو (U).



الشكل ٧،٥: الفقاعة في المسواة الأنبوبية



الشكل ٨،٥: الصورة الظاهرة في المسواة الأنبوبية

اتجاه دوران المسمار لضبط الفقاعة يكون نفس اتجاه تنقل النصف الأيمن من الفقاعة.

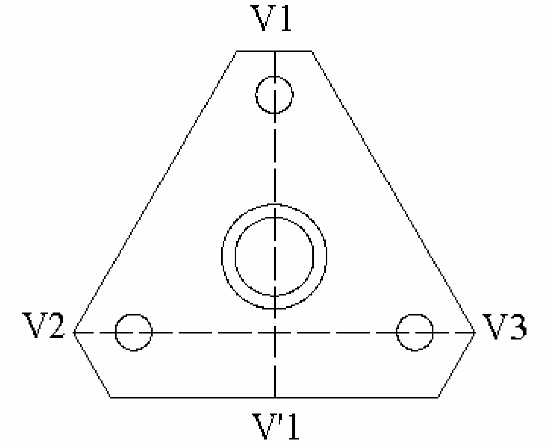
جـ - قاعدة الميزان

قاعدة الميزان تثبت على الحامل الثلاثي و تحمل المحور الرأسي الذي يدور حوله الجهاز و بالاستعانة بالمسواة الدائرية. يتم تسطيح الجهاز و تسويته في وضع أفقي تتم تسوية الجهاز في وضع أفقي بإحدى الطريقتين و ذلك حسب نوع الجهاز:

بواسطة ثلاثة مسامير متحركة يمكنها تمييل الجهاز في جميع الاتجاهات و الثلاثة مسامير المثبتة في الجهاز بحيث تكون مثلث متساوي الأضلع. و يمكن تأثير الدوران على الجهاز :

حول المحور V_1V_2 بتحريك المسمار V_1

حول المحور V_1V_1' بتحريك المسمار بين V_1 بنفس القيمة و لكن في اتجاهات متعاكسة (انظر الرسم ٩,٥).



الشكل ٩,٥ : قاعدة الميزان

بواسطة القاعدة نفسها و هي مصممة بشكل محدب بحيث تتحرك حركة روحية حرة في جميع الاتجاهات على قاعدة الحامل. فيتم تسوية الميزان في الوضع الأفقي باستعمال تثبيت الميزان التابع للحامل الثلاثي الذي يثبت عليه الميزان.

3.4. القامة

القامة هي عبارة عن مسطرة من الخشب أو من معدن الألمنيوم يتراوح طولها بين ٣ و ٥ أمتار مع إن الطول الاعتيادي هو أربعة أمتار (الشكل ١٠,٥). وهي أربعة أمتار. وهي مقسمة إلى أمتار و ديسيمترات و سنتيمترات .

الشكل ١٠,٥: القامة

القامة ذات طول أربعة أمتار مقسمة إلى أربعة أقسام رئيسية طول كل منها مترا و توجد مثلثات حمراء لتوضيح كل قسم توجد أنواع كثيرة من القامات تختلف في الشكل و المظهر و طريقة التدريج ، منها القامات التي تطوي و القامات التلسكوبية.

ملاحظة :

في بعض الأحيان المقراب يعطينا صور مقلوبة و بالتالي تكون الأرقام مرسومة بالمقلوب على القامة و تظهر مستقيمة في المقراب و لكن في هذه الحالة القراءات يجب أن تتم من الأعلى إلى أسفل في العدسة العينية للمقراب.

في هذه القامة تظهر :

السنتيمترات : مستطيلات صغيرة ملونة بالتبادل أبيض وأسود.

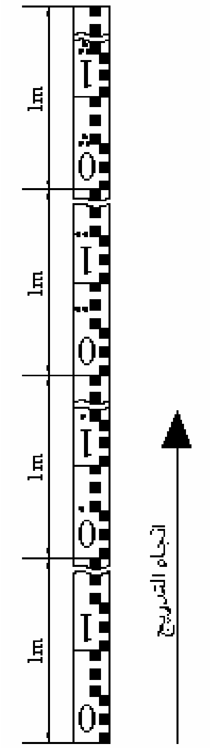
ديسيمترات : أرقام من ٠ إلى ٩ موجودة في مجال مسافة ١٠ سنتيمترات محددة بخطين.

المترات : نقط مرسومة فوق كل رقم ديسيمتري.

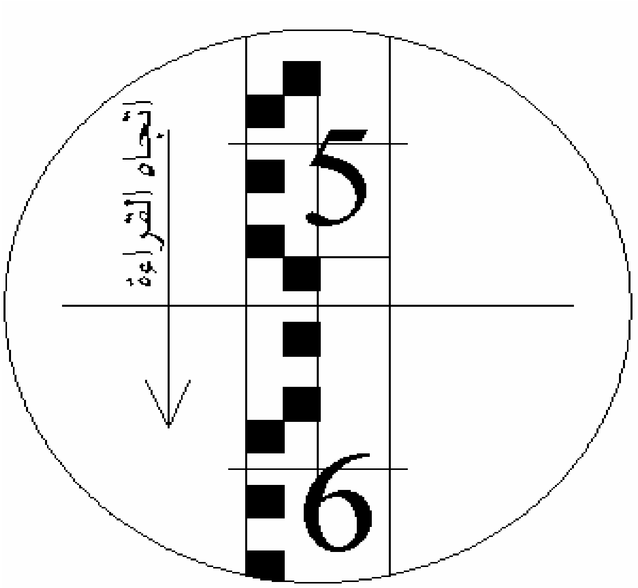
. نقطة واحدة = واحد متر

.. نقطتان = متران

... ثلاث نقاط = ثلاثة أمتار و هكذا.......



الشكل ١٠,٥ : القامة

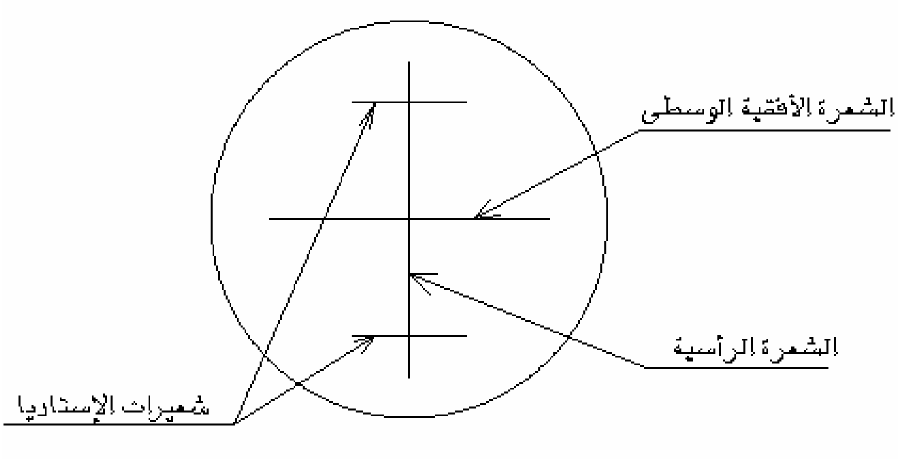


الشكل ١١,٥: كيفية أخذ القراءات من المقراب

أ) طريقة قراءة القامة :

بعد ضبط الميزان أفقيا. و من خلال المقراب نرصد تقاطع الشعيرة الأفقية. الوسطى الرئيسية مع تدريج القامة. فنتحصل مباشرة على القراءة. فيكون تقدير الأمتار بعدد النقط و تقدير الديسيمترات بقراءة الرقم الصحيح الذي تمر به الشعيرة الوسطى و تقدير السنتمترات يكون بحساب عدد الدرجات إما في المجموعة الأولى بخمسة سنتمترات أو المجموعة الثانية بخمسة سنتمترات وذلك ابتداء من الخط الفاصل المحدد للديسيمترات و الذي يقع فوق الشعيرة الوسطى داخل المقراب مباشرة تقدير المليمترات يقع حسب التقريب.

ب) القراءة على القامة :

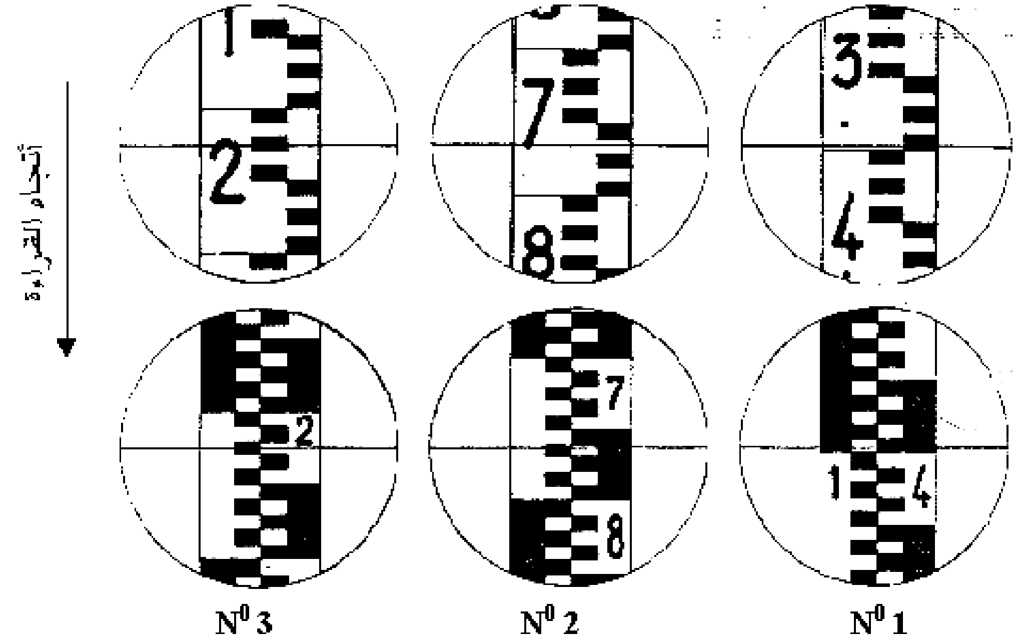


الشكل ١٢,٥ شعيرات الاستاديا

قراءة على الشعرة الأفقية الوسطى:

أجعل الشعرة الرأسية في المحور الرأسي للقامة بواسطة مسمار في الجهاز. قبل القراءة تثبت من خلال المسواة الأنبوبية بعد التأكد من أن الفقاعة مثبتة على شكل يو (U).

أمثلة لبعض القراءات.



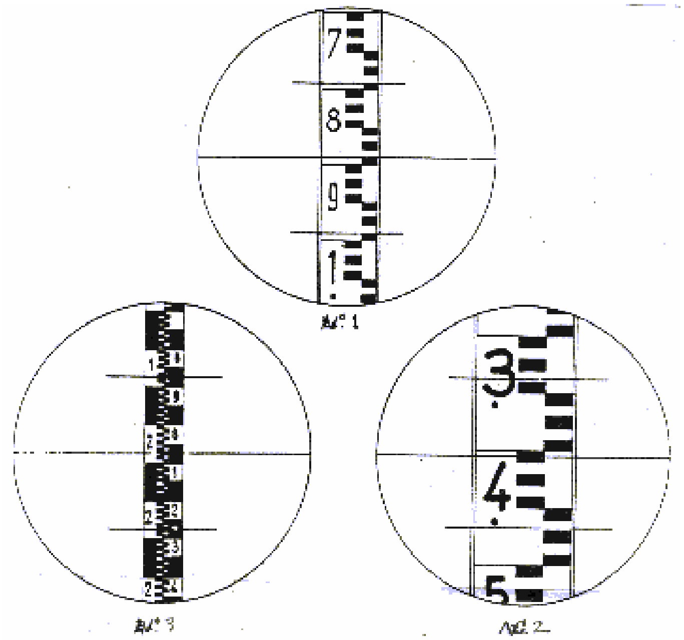
الشكل ١٣,٥ أمثلة لبعض القراءات

تفاصيل القراءة	N^0 1	N^0 2	^{0} 3
تقدير رقم الأمتار بعدد النقاط	1	0	0
تقدير رقم الديسيمترات برقم الخانة	3	7	2
تقدير رقم السنتيمترات بعدد المستطيلات تحت الشعرة الوسطى	9	6	2
تقدير رقم المليمترات حسب تقدير النظر في المستطيل	7	3	5
قراءة الارتفاع	1,397	0,763	0,225

الجدول ١,٥: كيفية قراءة الارتفاع

قراءة على شعيرات الأستاديا :

نصف مجموع القراءات على شعيرات الإستاديا يساوي القراءة على الشعرة الأفقية الوسطى. و الفرق في القراءات في شعيرات الإستاديا مضروب في 100 يعطي المسافة بين الميزان و القامة. أمثلة لبعض القراءات على شعيرات الأستاديا :



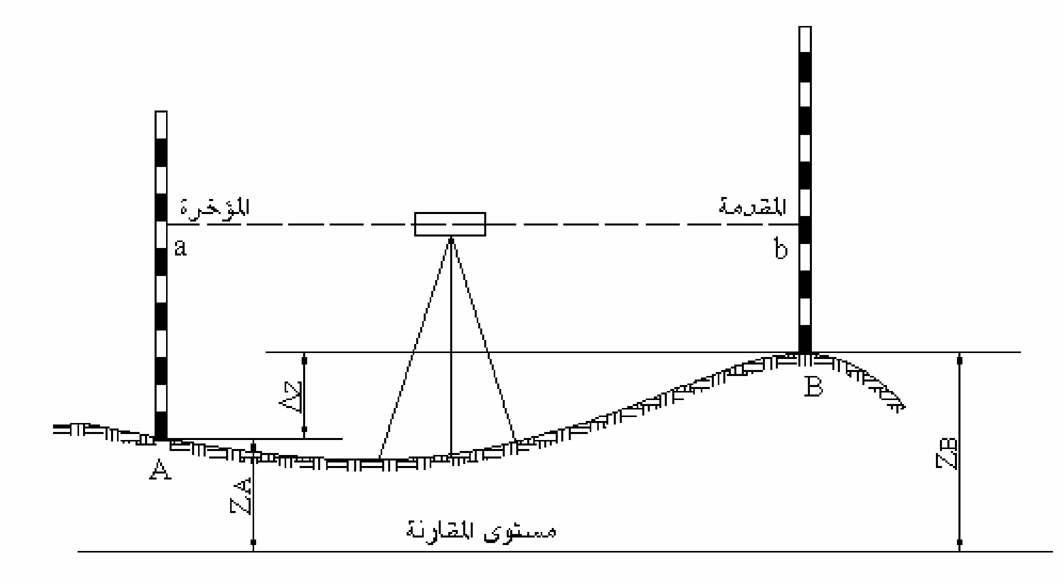
الشكل ١٤،٥ : أمثلة لبعض القراءات على شعيرات ألاستاديا

الجدول ٢،٥ كيفية قراءة المسافة

القراءات	مثال 1	مثال 2	مثال 3
الشعرة الأفقية الوسطى	890	1404	2075
نصف المجموع	890	1404	2075
المجموع	1780	2208	4150
شعيرة الأستاديا السفلى	990	1468	2275
شعيرة الأستاديا العليا	790	1338	1875
المسافة	200	130	400
المسافة x 100	20000 م/م 20 م/م	13000 م/م 13 م/م	40000 م/م 40 م/م

مع كل قامة توجد عادة ميزان تسوية دائري يثبت إما خلف القامة أو على جانبها و هذا يساعد على جعل القامة رأسية تماما. لضرورة أن كل القراءات يجب أن ترصد على القامات حين تكون في مستوى رأسي فقط.

٥. تطبيقات التسوية



الشكل ١٥,٥: إيجاد منسوب نقطة من منسوب نقطة أخرى.

إذا أردنا إيجاد منسوب النقطة B انطلاقا من منسوب النقطةA يجب:

وضع الميزان بين النقطة A و النقطة B ثم نكون من خلال منظار الجهاز مستوى أفقي.

وضع القامة فوق النقطة A ورصد القراءة a

وضع القامة فوق النقطة A ورصد القراءة b

و اتجاه طريقة القراءة هو من النقطة A على النقطة B

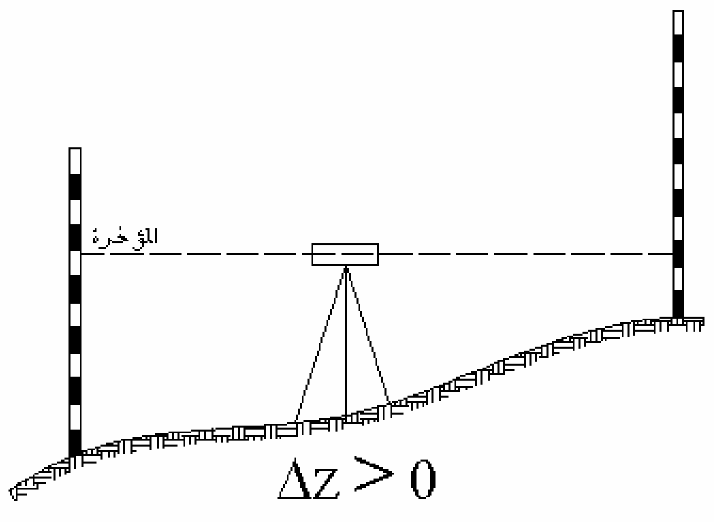
القراءة a تسمى المؤخرة و هي القراءة المأخوذة من قامة موضوعة على نقطة معلومة المنسوب.

القراءة b تسمى المقدمة و هي قراءة مأخوذة من قامة موضوعة على نقطة يراد إيجاد منسوبها.

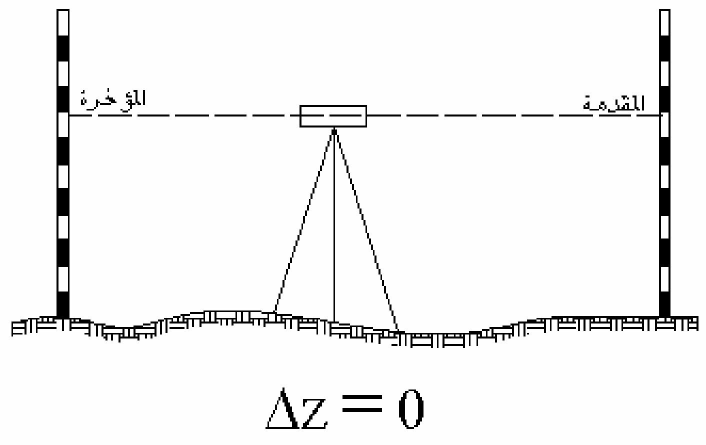
الفرق في الارتفاع $b - a = \Delta z$

الفرق في الارتفاع = مؤخرة – مقدمة

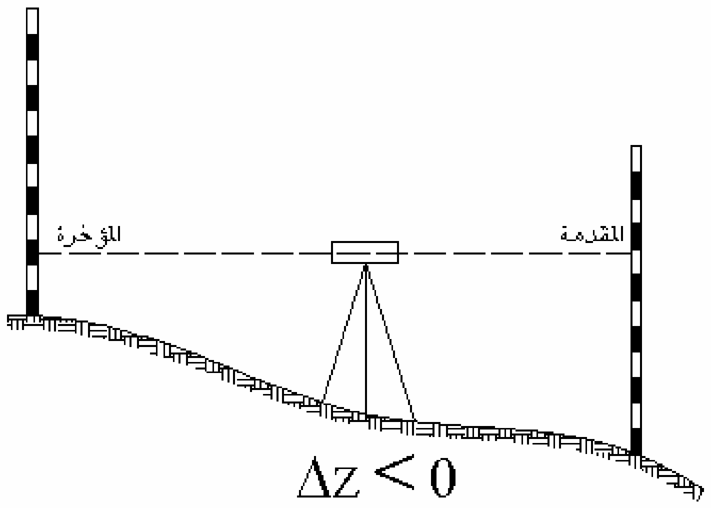
وهذا الفرق يمكن أن يكون موجب، صفر أو سالب.



الشكل ١٦,٥: يبين الفرق في الارتفاع صفر



الشكل ١٧,٥: يبين الفرق في الارتفاع الموجب

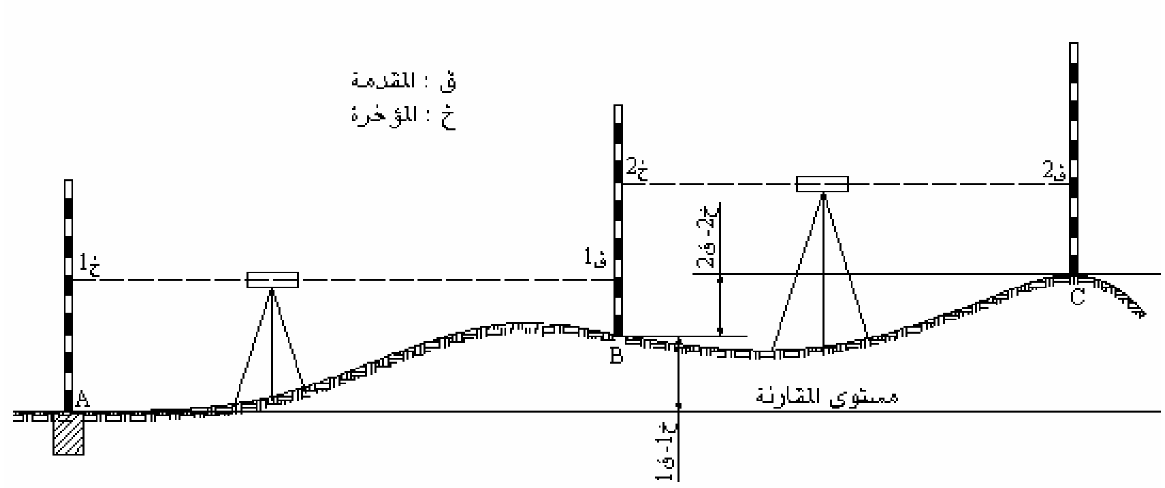


الشكل ١٨,٥: يبين الفرق في الارتفاع السالب

١,٥. الميزانية الفرقية

تجرى الميزانية الفرقية لقياس البعد الرأسي بين نقطتين و بالتالي إيجاد الفرق في الارتفاع بينهما. والميزانية الفرقية تكون إما طولية أو عرضية. و يتم إجراء الميزانية الطولية لتعيين منسوب نقط أو مناسيب مجموعة نقط محاورها مختلفة والهدف من إجراء الميزانية الطولية إما لرسم قطاعات طولية للطرق و سكك الحديد و القنوات و المجاري المائية ومد الأنابيب و خطوط الكهرباء أو لمعرفة منسوب نقطة بالطريقة التسلسلية من علامة ميزانية معلومة.

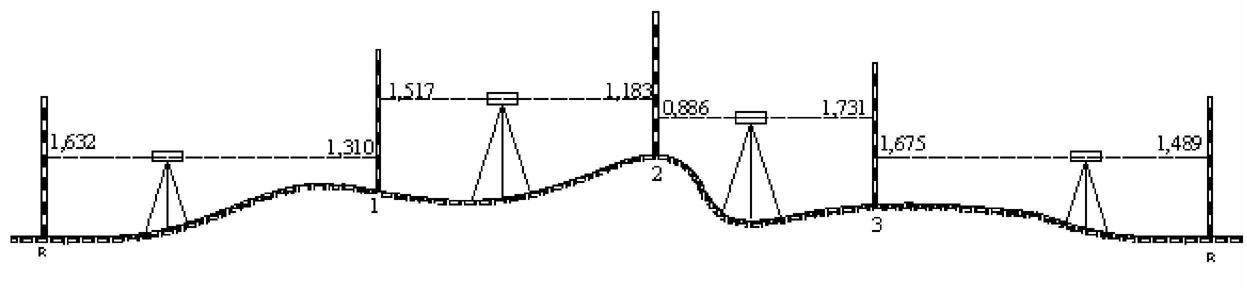
عندما يكون القطاع طويل أو عندما يكون الفرق في الارتفاع بين نقطتين أكبر من طول القامة تجرى الميزانية على عدة محطات يتم فيها نقل الجهاز أكثر من مرة. و تسمى هذه العملية بالميزانية المسلسلة أو الطريقة التسلسلية وتجرى أعمال هذه الميزانية بأن توضع قامتها على نقطة معلومة A و يوضع الميزان في منتصف المسافة بين النقطة المعلومة و النقطة المراد إيجاد منسوبها B . تؤخذ القراءة على النقطة A و بدون تحريك الجهاز يوجه منظار الجهاز على القامة الموضوعة على النقطة B ينقل بعد ذلك الجهاز إلى منتصف المسافة بين النقطة B و النقطة C و نترك القامة على النقطة B وتؤخر قراءة عليها ثم يوجه منظار الجهاز إلى النقطة C و تؤخذ قراءة على القامة الموضوعة على النقطة C ثم نقط أخرى بنفس الطريقة و المأخوذة في المحطة الأولى تصلح كمقدمة في المحطة الثانية و هكذا بنفس العملية السابقة.



الشكل ١٩،٥: يبين الميزانية المسلسلة

أحيانا في الميزانيات الفرقية الدقيقة نرجع إلى النقطة التي إنطلقنا منها و نقوم بذلك لقفل الدائرة و ذلك لنتحقق من صحة العمل بالقيام بالعمل الحسابي التالي: الفرق بين مجموع المؤخرات و مجموع المقدمات يساوي الفرق بين منسوب النقطة الأولى و منسوب النقطة الأخيرة و يعرف هذا النوع من الميزانيات بالميزانية الفرقية المقفلة.

مثال :



الشكل ٢٠،٥: يبين الميزانية الفرقية المقفلة

المنسوب	الفرق	المقدمة (-)	المؤخرة (+)	المحطة
167,280	-		1,632	R
167,602	0,322	1,310	1,517	1
167,936	0,334	1,183	0,886	2
167,091	-0,845	1,731	1,675	3
167,277	0,186	1,489		R
	-0,003	5,713	5,710	

-0,003=5,713-5,710
-0,003=167,28-167,277
الفرق قفل الميزانية = 3مم

و هكذا في هذا المثال عرفنا أن في الواقع لا بد من وجود فارق ناتج عن عدة أخطاء متراكمة على أن يكون هذا الفارق لا يتعدى الخطأ المسموح به.

و الخطأ المسموح به يحدد بالقانون التالي:

$$\text{الخطأ المسموح به (مم)} = \text{ثابت} \sqrt{\text{طول الميزانية بالكيلومتر}}$$

الثابت يحدد حسب الميزانية:

في الميزانية الدقيقة تؤخذ ث = 5

في الميزانية العادية تؤخذ ث = 10

في الميزانية الطويلة تؤخذ ث = 20

كما تجري الميزانية الفرقية في الاتجاه العرضي و تسمى الميزانية العرضية و عن طريقها ترسم القطاعات العرضية للمصارف و مشاريع الطرق السيارة و مد الأنابيب.

2.5. الميزانية الشبكية:

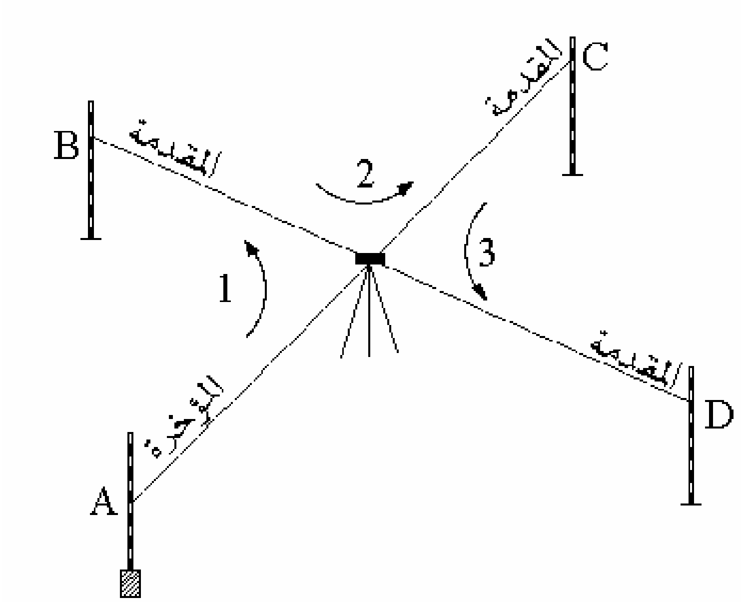
عندما يكون الفرق بين مناسب النقط المراد مسحها أقل من طول القامةو تكون المسافات المتتالية بين الجهاز و النقط غير طويلة نستطيع القيام بالميزانية من محطة واحدة يوضع فيها الجهاز و يرصد منها أكبر عدد ممكن من النقاط.

إذا فرضنا أن منسوب النقطة A معلوم و الجهاز موجود في المحطة يمكن إيجاد مناسيب نقط B، Cو D.

العملية الاولى : قراءة على النقطة A خ1
قراءة على النقطة B ق1

العملية الثانية: قراءة على النقطة B خ 2
قراءة على النقطة C ق 2

العملية الثالثة: قراءة على النقطة C خ 3
قراءة على النقطة D ق 3



الشكل ١٩،٥: يبين الميزانية الشبكية

6. خطوط الكنتور

خطوط الكنتور أو الخطوط المنحنيات الأفقية هي عبارة عن تقاطع سطح الأرض بمستوى أفقي معلوم المنسوب وهي خطوط تبين الارتفاعات و الانخفاضات على الخريطة و جميع نقط خط الكنتور ذات منسوب واحد و هو منسوب خط الكنتور مثلا خط كنتور 30 مترو هو الخط الذي يجمع كل النقط ذات منسوب 30 متر.

1.6. خواص خطوط الكنتور

لخطوط الكنتور خواص يمكن حصرها فيما يلي:

- جميع النقط الواقعة على خط كنتور معين ذات منسوب واحد ثابت هو منسوب الخط.
- يجب أن تكون جميع خطوط الكنتور على شكل حلقة مقفلة حتى و لو كان ذلك خارج اللوحة.
- لا يوجد تقاطع في خطوط الكنتور إلا في الحالات النادرة و تعتبر حالات شاذة لا تؤخذ كقاعدة.
- تتقارب خطوط الكنتور في الانحدارات الشديدة و تتباعد في الأراضي السهلة الانحدار.
- يكون اتجاه أعلى درجة الانحدار بين خطي كنتور عموديا عليهما.

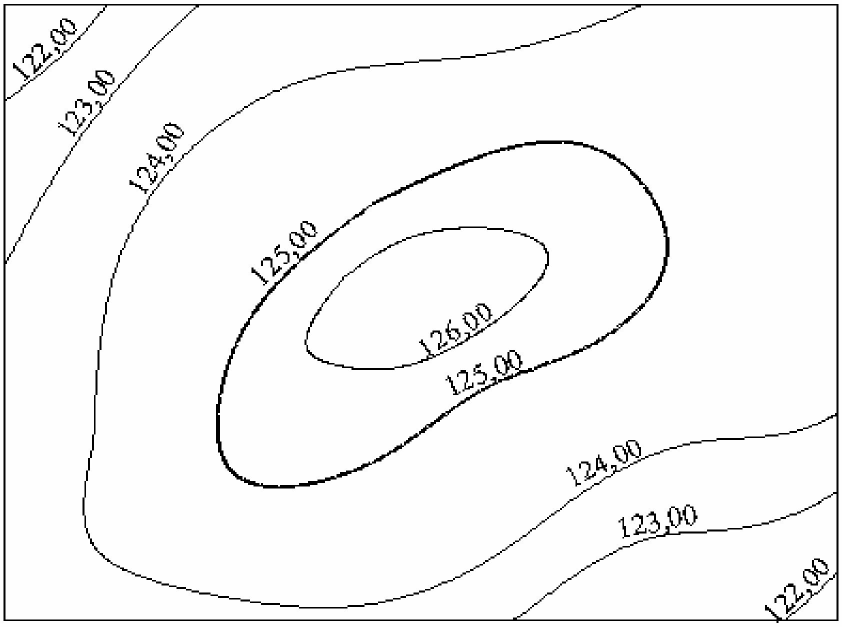
- إذا زاد رقم خط الكنتور كلما اتجهنا إلى مركز الحلقات فإن هذا يدل على أن المنطقة عبارة عن نتوء رأسي قمته عند مركز الحلقات أما إذا قل رقم خط الكنتور كلما اتجهنا نحو مركز الحلقات فإن هذا يدل على أن المنطقة على شكل حوض.

2.6. الفاصل الكنتوري

الفاصل الكنتوري هو البعد الرأسي بين كل خطي كنتور متتاليين و هناك عوامل كثيرة لتحديد قيمة الفاصل الكنتوري أهمها:

1-الغرض التي من أجله ستستخدم فيه الخريطة الكنتورية ، فتكون قيمته صغيرة إذا كان الغرض من عمل خطوط الكنتور هو تسوية أرض أو حساب الحجوم منها

- تكاليف الميزانية
- المساحة: كلما كبرت المساحة كبرت نسبيا قيمة الفاصل الكنتوري
- طبيعة المنطقة: إذا كثرت الارتفاعات و الانخفاضات قلت قيمة الفاصل الكنتوري
- مقياس رسم الخريطة: صغرت قيمة الفاصل الكنتوري كلما صغر مقياس رسم الخريطة



الشكل ٢٠،٥ : يبين الفاصل الكنتوري يساوي ١ متر

3.6. عمل خريطة كنتورية

للحصول على خريطة كنتورية يجب تنفيذ الأعمال التالية:

- أعمال الميزانية الشبكية: و يتم إيجاد الميزانية الشبكية بإحدى الطريقتين:

طريقة المربعات إ و المستطيلات و في هذه الطريقة يقسم سطح الأرض إلى مربعات أو مستطيلات متساوية

طريقة المحور: و يتم فيها تثبيت محور مستقيم في وسط سطح الأرض و تغرس على هذا المحور شواخص وتشكل قطاعات عرضية عمودية على المحور.

- توقيع النقط و مناسيبها على الخريطة: بعد أعمال الميزانية الشبكية نتحصل على مجموعة نقط متكونة من تقاطع شبكية ميزانية، يتم توقيع النقط على الخريطة بعد اختيار مقياس الرسم بالاعتماد على الإحداثيات الثلاث لكل نقطة بين هذه النقط توضع النقطة و يكتب عليها قيمة الارتفاع أو المنسوب
- رسم خطوط الكنتور: بعد الانتهاء من توقيع جميع النقط يحدد مقدار الفاصل الكنتوري حسب الغرض.

ترسم خطوط الكنتور بإحدى الطرق التالية:

- الطريقة الحسابية: في هذه الطريقة نعتبر أن سطح الأرض على امتداده ذو انحدار ثابت تحدد النقط ذات المناسيب التي يكون رقمها صحيحا من مضاعفات قيمة الفاصل الكنتوري ثم يتم وصل بين النقط ذات نفس المناسيب لرسم خط كنتوري يمثلها.

و هذه الطريقة تناسب الشبكات الصغيرة ذات عدد محدود من المربعات أو المستطيلات.

- الطريقة البيانية.
- الطريقة الميكانيكية.

مساحة

حساب الحجوم و تسوية الأراضي

حساب الحجوم و تسوية الأراضي

٦

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة : تعلّم عملية كيفية عمل شبكة مساحية عن طريق المناسيب و منها حساب كميات الردم و كميات الحفر.

الأهداف :

عند اكتمال هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- قوانين حجوم الأجسام الهندسية.
- الحجوم في القطاعات العرضية.
- الحجوم في الميزانية الشبكية.
- الحجوم من خطوط الارتفاع.
- تسوية الأرض.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٧ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات.
- مبادئ عامة في الرسم.

متطلبات الجدارة :

١- اجتياز مقرر رياضيات تخصصية

1.مقدمة

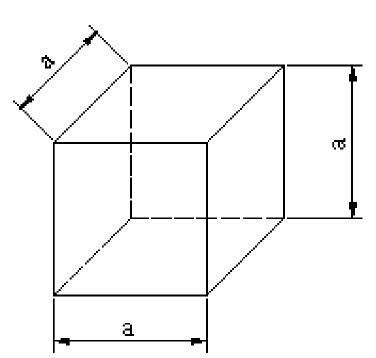
يتوقف تقدير تكاليف المشاريع الهندسية على حساب الحجوم لمختلف الأعمال الخرسانية و حجوم المباني و الأتربة والمياه. و هذا ما يعطي لحساب الحجوم أهمية كبرى بين الأعمال المساحية.
لإيجاد الحجوم يمكن اتباع طرق و قوانين رياضية ذات نتائج مباشرة و غير مباشرة. واختيار إحدى الطرق يتوقف أساسا على طبيعة المشروع و على الخرائط و الرسومات المتوفرة و يمكن تقسيم هذه الطرق كما يلي:

- مكعبات الأشكال المنتظمة ومكعبات المباني والمنشأت.
- الحجوم من القطاعات الطولية و العرضية ومشاريع الطرق.
- الحجوم من مناسيب النقط والميزانية الشبكية و تسوية الأراضي.
- المكعبات من خطوط الكنتور وتسوية الأراضي.

2 . قوانين حجوم الأجسام الهندسية

تطبيقا للقوانين الرياضية يمكن إيجاد حجوم المجسمات الهندسية حسب الشكل.

- المكعب



الشكل ١,٦ : مكعب

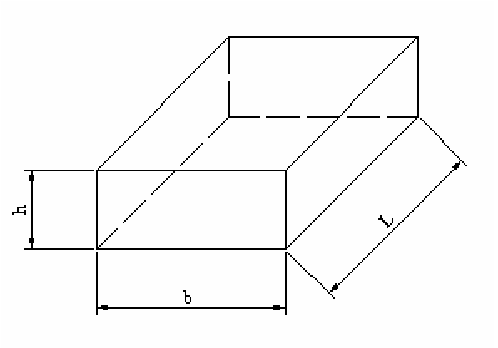
$$V = a^3$$

حيث:

a هو ضلع المكعب

V هو حجم المكعب

- متوازي المستطيلات



الشكل ٢،٦ : متوازي المستطيلات

$$V = b\,L\,h$$

حيث:

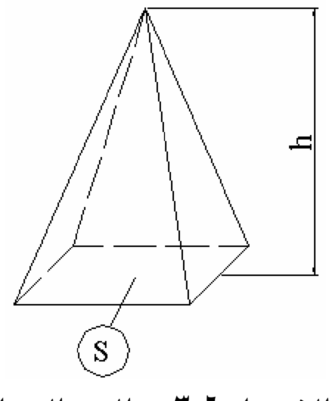
b = العرض

L = الطول

h = الارتفاع

V= حجم متوازي المستطيلات.

- الهرم الكامل



الشكل ٣،٦ : الهرم الكامل

$$V = \frac{1}{3}\,S\,h$$

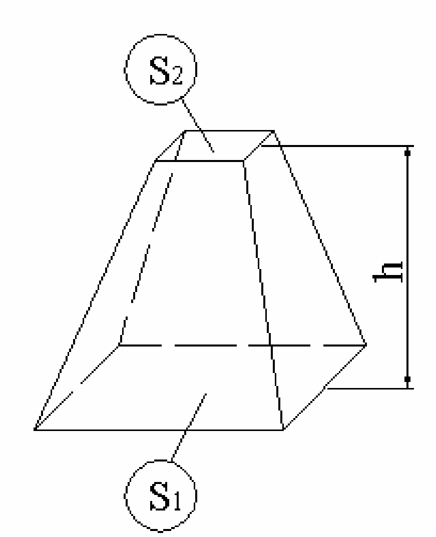
حيث:

S = مساحة القاعدة

h = الارتفاع

V= حجم الهرم الكامل.

- الهرم الناقص



الشكل ٤,٦ : الهرم الناقص

$$V = \frac{h}{3}\left(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}\right)$$

حيث:

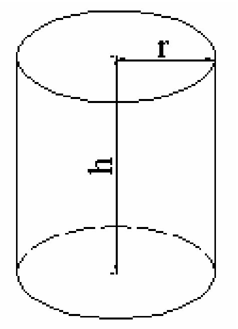
S_1 = مساحة القاعدة

S_2 = مساحة السطح

h = الارتفاع

V= حجم الهرم الناقص.

- الإسطوانة



الشكل ٥،٦ : الإسطوانة

$$V = \pi \ r^2 \ h$$

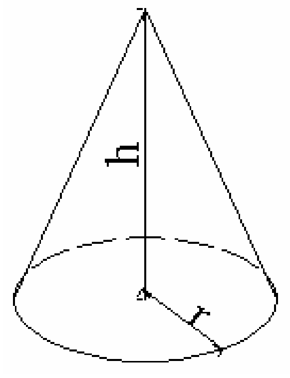
حيث:

r = نصف قطر القاعدة

h = الارتفاع

V=حجم الاسطوانة

- المخروط الكامل



الشكل ٦،٦ : المخروط الكامل

$$V = \frac{1}{3}\left(\pi\, h\, r^2\right)$$

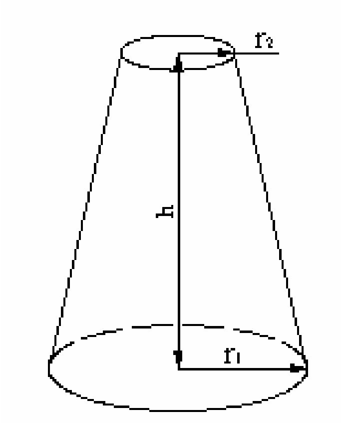
حيث:

r = نصف القطر

h = الارتفاع

V= حجم المخروط الكامل

- المخروط الناقص



الشكل ٧,٦:   المخروط الناقص

$$V = \frac{\pi}{3}\left(r_1^2 + r_2^2 + r_1\, r_2\right) h$$

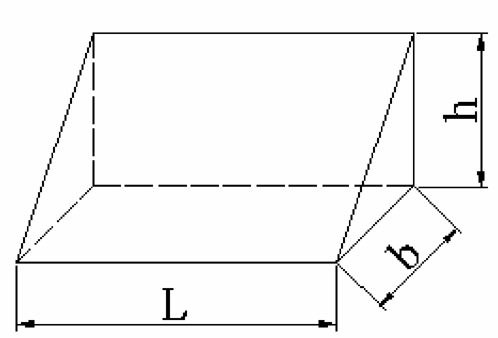
حيث:

r_1 = نصف قطر القاعدة

r_2 = نصف قطر السطح

h = الارتفاع

- المنشور الكامل



الشكل ٨,٦: المنشور الكامل

$$V = \frac{1}{2} b\, L\, h$$

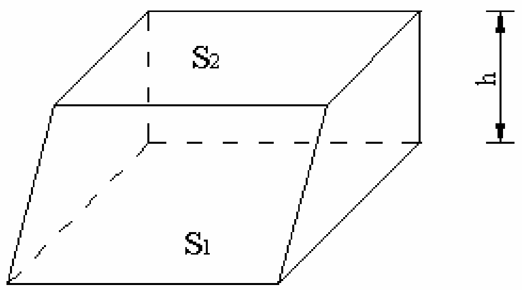
حيث:

b = عرض القاعدة

L = طول القاعدة

h = الارتفاع

- المنشور الناقص:



الشكل ٩,٦ : المنشور الناقص

$$V = \frac{1}{2}\left(S_1 + S_2\right) h$$

حيث:

S_1 = مساحة القاعدة

S_2 = مساحة السطح

h = الارتفاع

عندما يكون الارتفاع كبيراً نسبياً حيث المساحة S_1 بعيدة عن المساحة S_2 نطبق القانون التالي:

$$V = \frac{h}{6}\left(S_1 + S_2 + 4S\right)$$

حيث:

S_1 = مساحة القاعدة

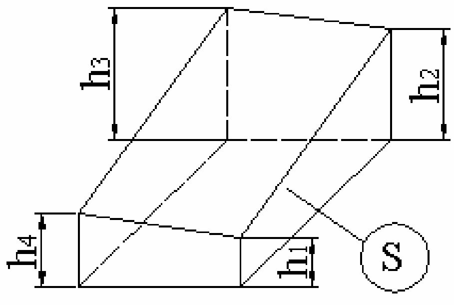
S_2 = مساحة السطح

S = مساحة المقطع المتوسط في منتصف الارتفاع h

h = الارتفاع

V = حجم المنشور الناقص.

- متوازي المستطيلات الناقص الرباعي:



الشكل ١٠،٦: متوازي المستطيلات الناقص الرباعي

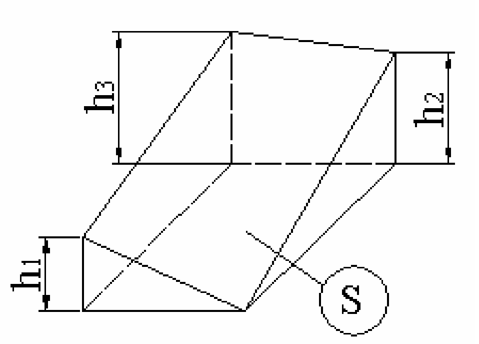
$$V = S\left(\frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}\right)$$

حيث:

S= مساحة القاعدة

h_1، h_2، h_3 و h_4 أطوال الأحرف

- متوازي المستطيلات الناقص الثلاثي



الشكل ١١,٦: متوازي المستطيلات الناقص الثلاثي

$$V = S\left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}\right)$$

حيث:

S= مساحة القاعدة

h_1، h_2، و h_3 أطوال الأحرف

V- حجم متوازي المستطيلات الناقص الثلاثي.

أمثلة

مثال 1:

أرض مستوية منسوبها (40,00) بها حفرة تصل إلى منسوب (22,00) إذا كانت قاعدة الحفرة مستطيلة الشكل أبعادها 20 x 10 مترا و سطح الأرض 30 x 15مترا فما هو حجم التربة المرفوعة من الحفرة.

الطريقة الأولى: طريقة متوسطة القاعدتان

حيث:

S_1 = مساحة المستطيل على مستوى الأرض

S_2 = مساحة المستطيل في قاع الحفرة

h = الارتفاع

V = حجم التربة المرفوعة من الحفرة.

$$V = \left(S_1 + S_2\right)\frac{h}{2}$$

S_1 = 15 x 30 = 450 م^2

S_2 = 10 x 20 = 200 م^2

h = 22,00-40,00 = 18م

V = $\frac{18}{2}$ x (450+200) = 5850 م^3

V = 5850 م^3

الطريقة الثانية: طريقة المنشور

S = مساحة المقطع المتوسط

$$S = \left(\frac{30+20}{2}\right)\left(\frac{15+10}{2}\right)$$

S = 25 . 12,5 = 312.5 م^2

$$V = \frac{h}{6}\left(S_1 + S_2 + 4S\right)$$

$$V = \frac{18}{6}\left(450 + 200 + 4 \,.\, 312{,}5\right) = 5700 \text{ م}^3$$

$$V = 5700 \text{ م}^3$$

الفرق بين الحجمين قدره 150 م^3 أي بنسبة 2,6٪ و هذا الفرق يقل كلما تقاربت مساحة السطح العلوي من مساحة السطح السفلي.

مثال 2:

كمية الأتربة المرفوعة من الحفرة شكلت هيئة كوم قاعدته شبه منحرفه و طول قاعدتيه 32، 24 مترا وارتفاعه 9 متر والسطح العلوي على شكل شبه منحرف و طول قاعدتيه 12 و 8 مترا وارتفاعه 5 مترا مع العلم بأن ارتفاع الكوم هو 6 متر ، أوجد حجم هذا الكوم من الأتربة.

الطريقة الأولى: طريقة متوسط القاعدتان.

$$S_1 = \frac{(24+32)}{2} \times 9 = 252 \text{ م}^2$$

$$S_2 = \frac{(8+12)}{2} \times 5 = 50 \text{ م}^2$$

$$V = \frac{h}{2}(S_1 + S_2) = \frac{6}{2}(252 + 50) = 906 \text{ م}^3$$

الطريقة الثانية : طريقة المنشور

$$S = \left[\left(\frac{12+32}{2}\right) + \left(\frac{8+24}{2}\right)\right] \times \left(\frac{9+5}{2}\right)\frac{1}{2} = 133 \text{ م}^2$$

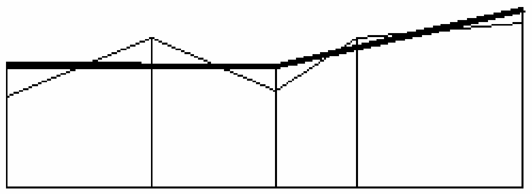
S = مساحة المقطع المتوسط و هو على شكل شبه منحرف قاعدتاه $\frac{12+32}{2}$ و $\frac{8+24}{2}$ و ارتفاعه هو $\frac{9+5}{2}$ مترا.

$$V = \frac{h}{6}(S_1 + S_2 + S \times 4) = \frac{6}{6}(252 + 50 + 133 \times 4) = 834 \text{ م}^3$$

رغم أن الفرق بين النتيجتين هو أقل من المثال الأول فإن النسبة في المثال الثاني أكبر من المثال الأول و ذلك يرجع إلى أن الفرق بين المساحتين أصبح أكبر نسبيا من المثال الأول.

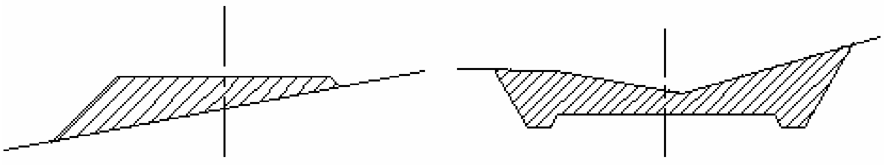
3. الحجوم في القطاعات الطولية و العرضية :

القطاعات الطولية Profiles هي من نتائج أعمال الميزانية الممتدة على طول محور مثل أعمال الطرق و المصارف و مد الأنابيب و يحتوي على المعلومات المتعلقة بسطح الأرض و بالمشروع مثل نقطة بداية المشروع و نقطة نهايته كذلك نقط تغيير الانحدارات.



الشكل ١٢،٦: قطاع طولي

و القطاعات العرضية هي قطاعات متعامدة على محور المشروع و تمر بنقط القطاعات الطولية.



الشكل ١٣،٦: قطاعات عرضية

لحساب المشاريع الطولية يعتمد على القطاعات الطولية و العرضية وذلك لما يتوفر فيها من معلومات حول مناطق الحفر و الردم و تتبع الخطوات التالية للقيام بحساب الحجوم :

1- نرسم القطاع الطولي و تحسب ارتفاعات الحفر و الردم عند النقط.

2- نرسم القطاعات العرضية في النقط المختلفة

3 - نعين أماكن انفصال الحفر عن الردم

4- نعين حجم كل من الحفر و الردم على حدة

ملاحظة : في حساب حجوم الأتربة فإنه يلاحظ مايلي :

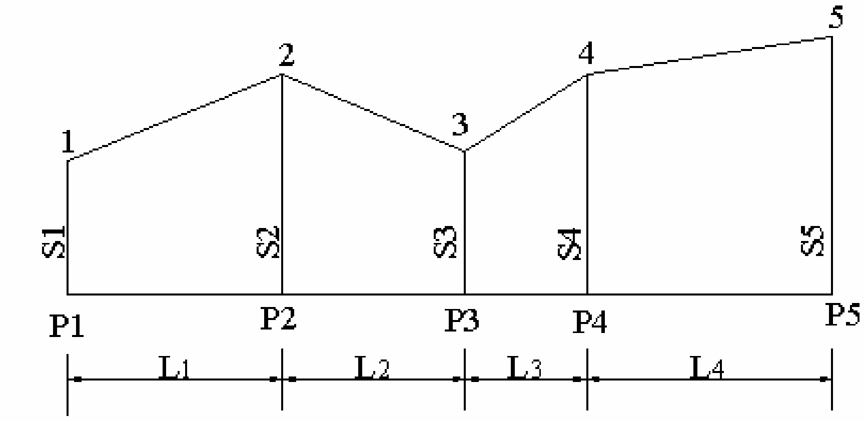
- حجم التراب يزيد عند الحفر نظراً لتفككه
- حجم التراب يقل بعد عملية الردم

فلذا يأخذ بعين الاعتبار مايلي :

حجم الأتربة المحفورة = 1.2 من الحجم المحسوب للحفر

حجم الأتربة الأزمة للردم = 1.1 من الحجم المحسوب للردم

و الطريقة المتبعة لحساب حجوم الحفر و الردم تعتمد على مساحة القطاعات العرضية في مستوى عمودي و المسافات الفاصلة بين القطاعات العرضية على طول القطاعات الطولية.



الشكل ١٤،٦ : حساب حجوم الحفر و الردم

$$V = S_1 \times \frac{L_1}{2} + S_2 \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right) + S_3 \left(\frac{L_2 + L_3}{2}\right) + S_4 \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) + S_5 \times \frac{L_4}{2}$$

V = حجم الحفر و الردم

4. الحجوم في الميزانية الشبكية

لتسوية الأراضي تجرى عادة عمليات حفر أو عمليات ردم أو عمليات حفر و ردم في نفس الوقت. ولحساب حجم الحفر أو الردم لقطعة أرض على شكل مستطيل فيتم إيجاد فروق الارتفاعات h_1 ، h_2 ، h_3 ، h_4 عند أركان المستطيل فنتحصل على متوازي المستطيلات الناقص مساحة قاعدته هي مسافة القطعة المستطيلة و يكون الحجم كما يلي :

$$V = S\left(\frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}\right)$$

و غالب الأحيان تقسم مساحة الأراضي الكبيرة إلى مجموعة من المستطيلات أو المربعات و يتم رفع مناسيب أركان المستطيلات أو المربعات باستعمال الميزانية الشبكية. إذا أردنا استعمال هذه الطريقة لتسوية أرض مساحتها كبيرة على منسوب معين و ذلك بإجراء كل عمليات الحفر أو كل عمليات الردم، فيتم حساب الفروق بين ارتفاع أركان المستطيلات و المستوى المطلوب التسوية عليه و يكون الحجم الكلي للحفر أو الردم هو :

$$V = \frac{S}{4}(h_1 + 2h_2 + 3h_3 + 4h_4 + ...+ n\,h_n)$$

حيث إن

S - مساحة المستطيل أو المربع الواحد

h_1- مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في جزء واحد

h_2- مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في جزأين (أي التي تكرر في الحساب مرتين).

h_3- مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في ثلاثة أجزاء (أي التي تكرر في الحساب ثلاث مرات).

h_4- مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في أربعة أجزاء (أي التي تكرر في الحساب أربع مرات).

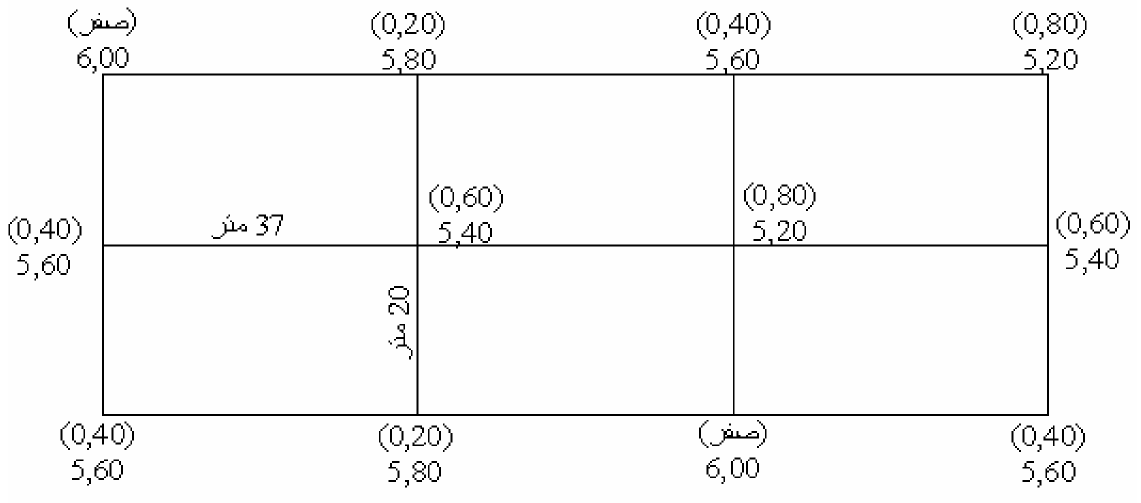
h_n - مجموع ارتفاعات الحفر أو الردم المشتركة في n أجزاء (أي التي تكرر في الحساب n مرات).

في بعض الأحيان تقسم المساحة على مثلثات متساوية في المساحة فيكون الحجم الناتج عند التسوية هو :

$$V = \frac{S}{3}(h_1 + 2h_2 + 3h_3 + 4h_4 + ...+ n\,h_n)$$

مثال :

لدينا قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها 111 مترا و 40 مترا أجريت لها ميزانية شبكية و تم تقسيمها إلى مستطيلات متساوية و رفعت مناسيب الأركان لكل مستطيل المطلوب حساب حجم الردم اللازم لتسوية هذه القطعة على مستوى (6,00).



الشكل ١٥,٦: مستطيلات متساوية

لحساب الحجم لمكعبات الردم نلاحظ أن الارتفاعات تتكرر إما مرة أو مرتين أو أربع مرات عند الحساب.

جدول ١,٦: ارتفاعات الحفر أو الردم

h_4	h_3	h_2	h_1	
0.60 0.80	-	0.4 0.20 0.40 0.20 صفر 0.60	0.8 صفر 0.4 0.4	
1.40	0	1.80	1.60	المجموع

$$V = \frac{S}{4}(h_1 + 2h_2 + 4h_4)$$

S = 37 x 20 = 740 م^2

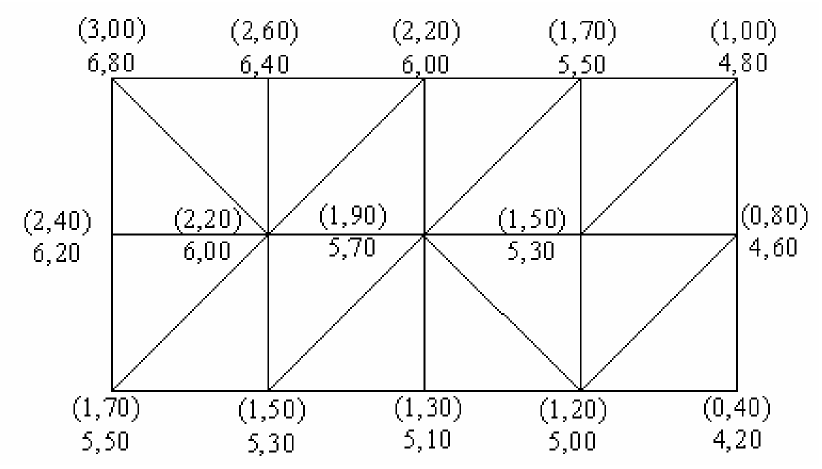
$$V = \frac{740}{4}\,(1.60 + 2 \times 1.80 + 4 \times 1.40)$$

$V = 1998$ م^3

حين تكون طبيعة الأرض داخل المستطيل أو المربع غير منتظمة بحيث لا يمكن اعتبار أن نقط الأركان تقع على سطح مستوي واحد و لكي نتحصل على نتائج دقيقة تقسم الأرض إلى مثلثات و ذلك بتوصيل أقطار المربعات أو المستطيلات المقسمة إليها القطعة و يتم اختيار القطر حسب تطابق سطح الأرض ويحسب كل قسم على حدة باعتبار أنه متوازي مستطيلات الناقص الثلاثي.

مثال :

لدينا قطعة أرض أجريت لها ميزانية شبكية بتقسيمها على مربعات و رفعت مناسيب أركان المربعات وضلعها 20 مترا و وصلت الأقطار المطابقة لسطح الأرض المطلوب حساب حجم الحفر اللازم لتسوية هذه الأرض على منسوب (3,80).



الشكل ١٦،٦ : مربعات متساوية

جدول ٢،٦: ارتفاعات الردم

	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7
	0.4	1.00 2.60 3.00 1.30 1.70 2.40	1.70 2.20 0.80 1.50	1.20	1.50	-	1.90 2.20
المجموع	0.4	12.00	6.20	1.20	1.50	0	4.10

$$S = 20 \times 20 \times \frac{1}{2} = 200 \text{ م}^2$$

$$V = \frac{S}{3}(h_1 + 2h_2 + 3h_3 + 4h_4 + 5h_5 + 6h_6 + 7h_7)$$

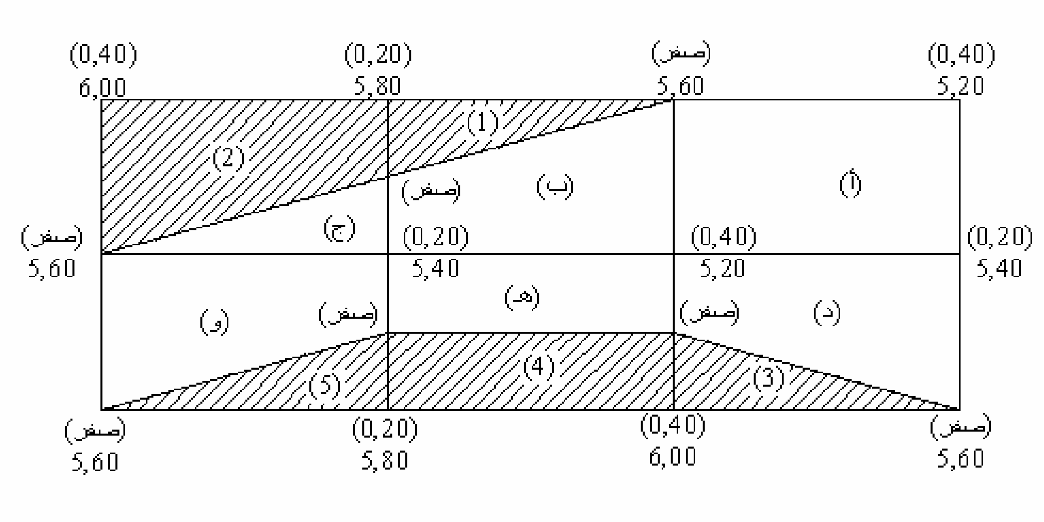
$$V = \frac{200}{3}(0.4 + 2 \times 12 + 3 \times 6.20 + 4 \times 1.20 + 5 \times 1.50 + 0 + 7 \times 4.10)$$

$$V = \mathbf{5600} \text{ م}^3$$

إذا كانت الأرض المراد تسويتها بها جزء حفر و آخر ردم فيجب أولا أن نجزء الخط الفاصل بين الردم والحفر. أي يجب إيجاد خط الكنتور الذي منسوبه يساوي منسوب التسوية.

مثال :

لدينا قطعة أرض مستطيلة الشكل أبعادها 111 مترا و 40 مترا أجريت عليها ميزانية شبكية بتقسيمها إلى مستطيلات متساوية 37 x 20 متر و رفعت مناسيب أركانها المطلوب تسوية هذه القطعة على منسوب (5,60) و بالتالي إيجاد حجوم الحفر و الردم.



الشكل ١٧،٦: حجوم الحفر و الردم

حساب حجم الردم :

$$V_{(\text{أ})} = \left(\frac{0 + 0.40 + 0.20 + 0.4}{4}\right) \times 20 \times 37 = 185 \text{ م}^3$$

$$V_{(\text{ب})} = \left(\frac{0.2 + 0.40 + 0 + 0}{4}\right) \times \left(\frac{10 + 20}{2}\right) \times 37 = 83.25 \text{ م}^3$$

$$V_{(\text{جـ})} = \left(\frac{0.20 + 0 + 0}{3}\right) \times \frac{10}{2} \times 37 = 12.83 \text{ م}^3$$

$$V_{(\text{د})} = \left(\frac{0.4 + 0.20 + 0 + 0}{4}\right) \times \left(\frac{10 + 20}{2}\right) \times 37 = 83.25 \text{ م}^3$$

$$V_{(\text{هـ})} = \left(\frac{0.2 + 0.40 + 0 + 0}{4}\right) \times 10 \times 37 = 55.5 \text{ م}^3$$

$$V_{(\text{و})} = \left(\frac{0.2 + 0 + 0 + 0}{4}\right) \times \left(\frac{10 + 20}{2}\right) \times 37 = 27.75 \text{ م}^3$$

حجم الردم = $V_{(\text{أ})} + V_{(\text{ب})} + V_{(\text{جـ})} + V_{(\text{د})} + V_{(\text{هـ})} + V_{(\text{و})}$

حجم الردم = $185 + 83.25 + 12.33 + 83.25 + 55.50 + 27.75$

حجم الردم = 447.08 م^3

حساب حجم الحفر :

$$V(1) = \left(\frac{10 \times 37}{2}\right)\left(\frac{0.20 + 0 + 0}{3}\right) = 12.33 \text{ م}^3$$

$$V(2) = 37 \times \left(\frac{10 + 20}{2}\right) \times \left(\frac{0 + 0 + 0.4 + 0.2}{4}\right) = 83.25 \text{ م}^3$$

$$V(3) = 37 \times \frac{10}{2} \times \left(\frac{0.40 + 0 + 0}{3}\right) = 24.67 \text{ م}^3$$

$$V(4) = 37 \times 10 \times \left(\frac{0.2 + 0.40 + 0 + 0}{4}\right) = 55.50 \text{ م}^3$$

$$V(5) = \left(\frac{10 \times 37}{2}\right)\left(\frac{0.20 + 0 + 0}{3}\right) = 12.33 \text{ م}^3$$

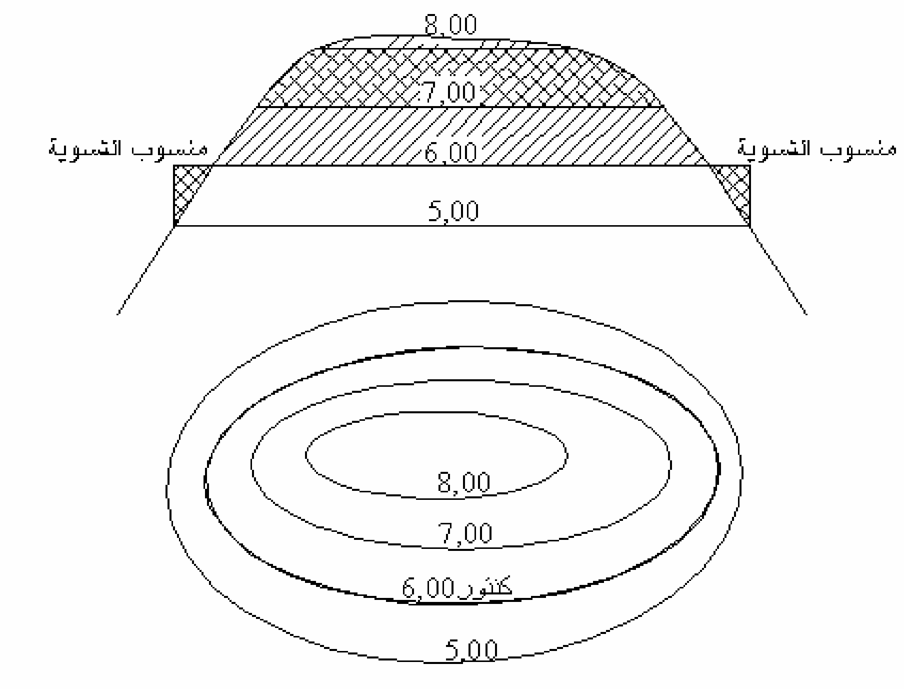
حجم الحفر = V (1) + V (2) + V (3) + V (4) + V (5)

حجم الحفر = 12.33 + 83.25 + 24.67 + 55.50 + 12.33

حجم الحفر = 188.08 م^3

5. الحجوم من خطوط الكنتور

يمكن تسوية الأرض مباشرة من الخريطة الكنتورية للمنطقة التي تقع فيها الأرض و يتم حساب الحجوم اللازمة للتسوية من حفر أو ردم أو حفر و ردم في نفس الوقت. لو فرض لدينا قطعة أرض المطلوب تسويتها على منسوب 6.00 فيكون في هذه الحالة خط الكنتور 6.00 هو الخط الفاصل بين الحفر والردم و تكون المساحة التي منسوبها أعلى من 6.00 حفر و المساحة ذات المنسوب أقل من 6.00 ردم.



الشكل ١٨،٦: الخريطة الكنتورية للمنطقة

لإيجاد حجوم الحفر و الردم في هذه القطعة من الأرض يتبع الخطوات التالية :

- تحسب المساحة الموجودة داخل كنتور (8.00) و كنتور (7.00) و كنتور (6.00)
- يحسب حجم الحفر داخل الكنتور (8.00) و (7.00)

$$\text{حجم } 8 \leftarrow 7 = \frac{\text{مساحة كنتور } (8.00) + \text{مساحة كنتور } (7.00)}{2} \times \text{الفاصل الكنتوري}$$

$$\text{حجم } 7 \leftarrow 6 = \frac{\text{مساحة كنتور } (7.00) + \text{مساحة كنتور } (6.00)}{2} \times \text{الفاصل الكنتوري}$$

و يكون مجموع الحفر = حجم 8 ← 7 + حجم 7 ← 6

لحساب حجم الردم تحسب المسافة داخل الكنتور (5.00) و نطرح منها المساحة داخل الكنتور (6.00) و تضرب هذه المساحة في متوسط الارتفاع حتى منسوب التسوية:

حجم الردم = [مساحة الكنتور (5.00) - مساحة الكنتور (6.00)] x (متوسط الارتفاع ما بين الخط الكنتوري و منسوب التسوية)

أمثلة

مثال 1:

لدينا قطعة أرض على شكل هضبة وقدرت المساحة داخل كل خط كنتور بالبلانيمتر فكانت كما يلي:

المساحة داخل كنتور ١٧ = ٢٢٠ م^{٢}

المساحة داخل كنتور ١٦ = ٣٣٠ م^{٢}

المساحة داخل كنتور ١٥ = ٤٤٠ م^{٢}

المساحة داخل كنتور ١٤ = ٥٥٠ م^{٢}

فإذا أردنا تسوية هذه الأرض حتى منسوب (١٥,٠٠) أوجد كمية الحفر و الردم اللازمين لهذه التسوية.

كمية الحفر = حفر (١٧ -١٦) + حفر (١٦ -١٥)

كمية الحفر = $1\,x\frac{330+220}{2} + 1\,x\frac{440+330}{2}$

كمية الحفر = ٢٧٥ + ٣٨٥ = ٦٦٠ م^{٣}

كمية الحفر = ٦٦٠ م^{٣}

كمية الردم = $1\,x\frac{440-550}{2}$ = ٥٥ م^{٣}

مثال ٢:

قدرت المساحة داخل كل كنتور في قطعة أرض على شكل هضبة بجهاز البلانيمتر فسجلنا المساحات التالية:

مساحة داخل خط كنتور ٢٦ = ١٣٠ م^{٢}

مساحة داخل خط كنتور ٢٤ = ٢٥٠ م^{٢}

مساحة داخل خط كنتور ٢٢ = ٣٦٠ م٢

مساحة داخل خط كنتور ٢٠ = ٤٨٠ م٢

مساحة داخل خط كنتور ١٨ = ٥٦٠ م٢

مساحة داخل خط كنتور ١٦ = ٦٦٠ م٢

مساحة داخل خط كنتور ١٤ = ٧٨٠ م٢

و المطلوب هو تسوية هذه الأرض حتى منسوب (20.00) أوجد حجوم الحفر و الردم اللازمين لهذه التسوية.

كمية الحفر = حفر (٢٦ ⟵ ٢٤) + حفر (٢٦ ⟵ ٢٢) + حفر (٢٢ ⟵ ٢)

كمية الحفر = ٣٨٠ + ٦١٠ + ٨٤٠

كمية الحفر = ١٨٣٠ م٣

كمية الردم = ردم (١٨ ⟵ ٢٠) + ردم (١٦ ⟵ ٢) + ردم (١٤ ⟵ ٢)

= (٥٦٠ − ٤٨٠) $\frac{2}{2}$ + (٦٦٠ − ٥٦٠) ($\frac{4+2}{2}$) + (٧٨٠ − ٦٦٠) ($\frac{6+4}{2}$)

= ٨٠ + ٣٠٠ + ٦٠٠

= ٩٨٠ م٣

كمية الردم = ٩٨٠ م٣

مساحة

حساب المساحات

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة :

تعلّم مختلف مصادر تقدير المساحات و الطرق المستخدمة في إيجاد هذه المساحات.

الأهداف :

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- حساب مساحات الأراضي و المسطحات.
- كيفية استخدام الطرق المختلفة في حساب المساحات.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٨ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية -١

١ . مقدمة

يمكن حساب و تقدير المساحات إما من الخرائط أو من الطبيعة مع الأخذ بعين الاعتبار أن المساحات التي تحسب عن طريق المسقط الأفقي و ليست عن طريق المساحات الحقيقية أي أنه دائما نأخذ المسافات الأفقية و ليست المائلة.

٢ . مصادر تقدير المساحات

يوجد مصدران أساسيان لتقدير المساحات و هما :

أ - الطبيعة

تعتمد هذه الطريقة على أخذ البيانات عن أطوال أو أشكال نحتاجها لتعين المسطحات، و تعتبر هذه الطريقة من أدق الطرق لعدم وجود أي أخطاء بها.

ب - الخرائط

رغم أنها تحتوي في بعض الأحيان على أخطاء ناتجة عن أخطاء الرسم لكنها تستعمل بكثرة لأنها بسيطة و سهلة.

٣. طرق إيجاد المساحات

يمكن تقسيم الطرق العامة المستخدمة لإيجاد المسطحات عموما إلى:

١,٣. الطرق الميكانيكية

وهي طريقة بيانية تعتمد على استعمال أجهزة خاصة كالبلانيمتر **Planimeter** (انظرالشكل ١,٧) لتعيين المساحات المختلفة و تستخدم الطرق الميكانيكية خصوصاً للأراضي ذات التعاريج والالتواءات. وهو يتركب من الأجزاء الموضحة بالرسم أدناه.

الشكل ١,٧ : بلانيمتر من نوع Placom KP 80

و من مميزات البلنيمتر أنه يمكن الحصول على دقة عالية من هذه الطريقة.
و طريقته تتلخص فيما يلي:

- تؤخذ مساحة الشكل عن طريق إمرار عدسة الرصد على حدود الشكل و قراءة عدد الدورات من العداد و من ثم استخدام القانون. و هناك حالتان عند استخدام الجهاز حيث إما أن يوضح الثقل داخل الشكل أو إن لم يتسن ذلك يوضح خارجه.

- الحالة الأولى : الثقل خارج الشكل

$$A = f(R_f - R_i)$$

حيث إن ،

R_f - القراءة النهائية (Final Reading)

R_i - القراءة الابتدائية (Initial Reading)

f - معامل الجهاز (Instrument Factor)، من الجدول المرافق للجهاز يمكن إيجاد f باستخدام شكل معلوم للمساحة.

- الطريقة الثانية: الثقل داخل الشكل

$$A = f\,(R_f - R_i) + C$$

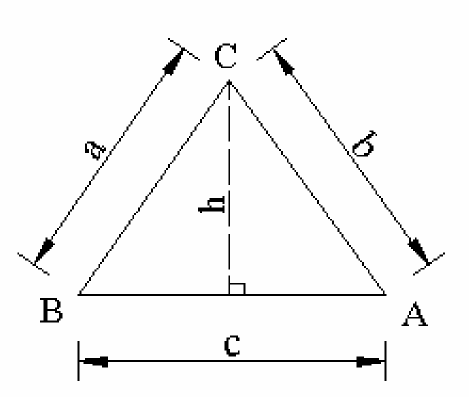
حيث إن ، C ثابت و هو يضاف بسبب أن هناك مساحة لم تقاس و هي تدعى دائرة الصفر (**Zero Circle**) و يؤخذ من الجدول المرافق للجهاز.

2.3. الطرق الحسابية

تعتمد هذه الطريقة على تقسيم الأرض المراد حساب مساحتها إلى أشكال هندسية منتظمة كالمثلثات، المربعات، المستطيلات و غيرها بحيث يمكن حسابها باستعمال المعادلات الرياضية و تعتبر هذه الطريقة دقيقة و نسبة الأخطاء فيها ضئيلة جدا.

و تعتمد على تقسيم القطعة الأرضية إلى أشكال هندسية منتظمة كمثلثات أو أشكال أخرى ثم نقوم بحساب مساحة كل شكل على حدى و بعد ذلك نقوم بجمع كل مساحات الأشكال لنحصل على المساحة الكلية للقطعة الأرضية. و فيما يلي بعض المساحات باستعمال المعادلات الرياضية لأشكال منتظمة:

- المثلث **Triangle**

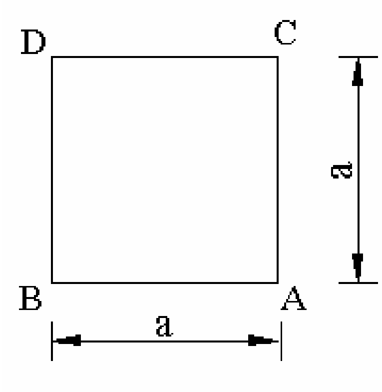


نرمز بـ **Area** للمساحة.

$$Area = \sqrt{S\,(S - a)(S - b)(S - c)}$$

حيث أن ، $S = \frac{a + b + c}{2}$

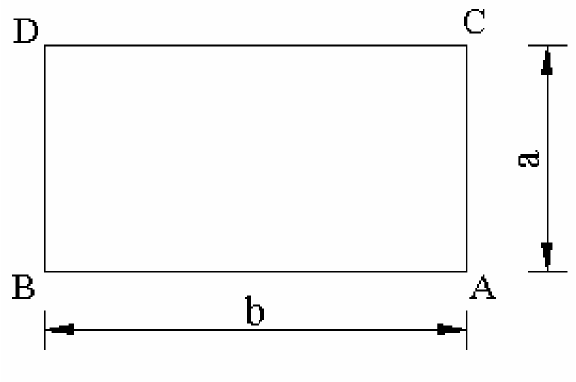
- المربع SQUARE



$AB = BD = DC = CA = a$

$Area = a^2$

- المستطيل RECTANGLE

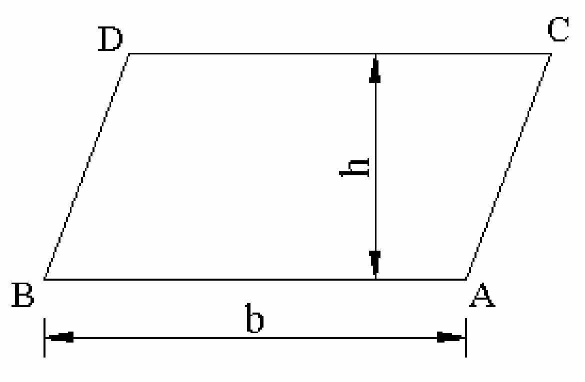


AC = BD = a

BA = DC = b

Area = a x b

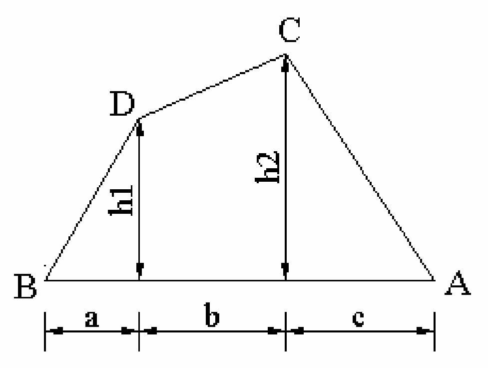
- متوازي الأضلاع **Parallelogram**



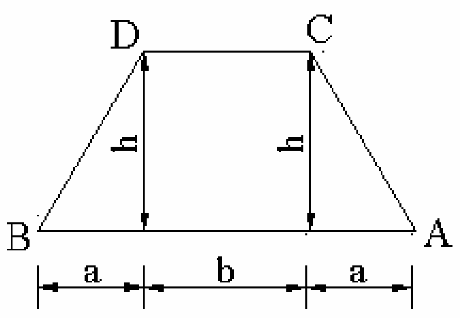
AB = DC = b

Area = b x h

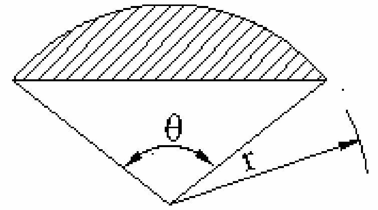
- شبه المنحرف **Trapezium**



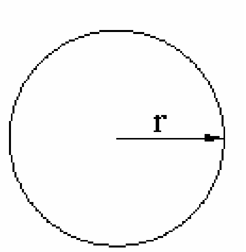
$$Area = [(h1 + h2).b + a.h1 + c.h2]/2$$



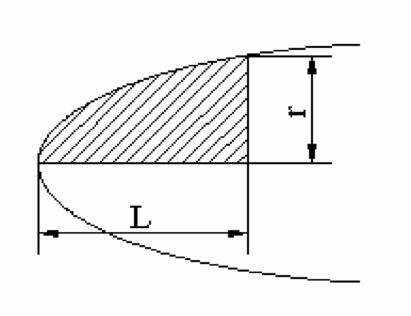
$$Area = [(h + h).b + a.h + a.h]/2 = b.h + a.h$$



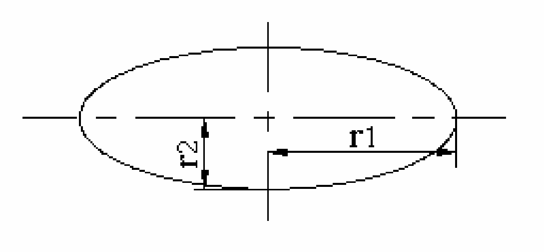
$$Area = (\pi.r^2.\ \theta)/360$$



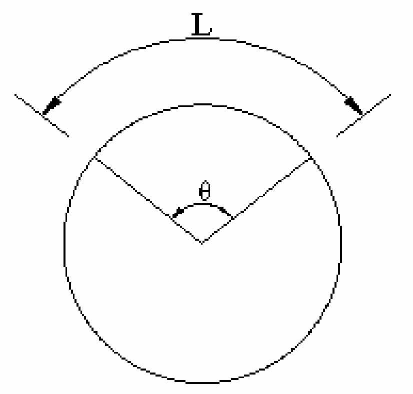
$$Area = \pi.r^2$$



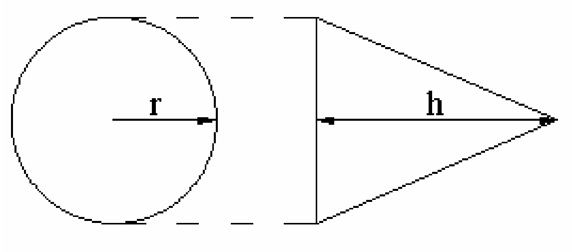
Area = (2.L.r)/3



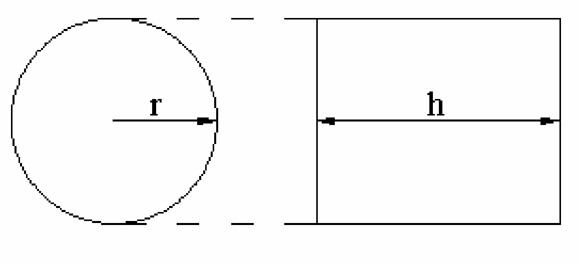
Area = π.r1.r2



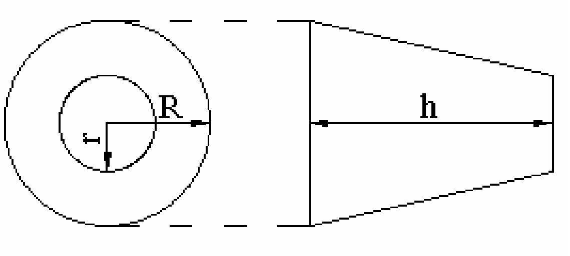
Area = r.L/2



Area = $\pi . r . \sqrt{r^2 + h^2}$



$$\text{Area} = 2\,.\,\pi\,.r.\,h$$



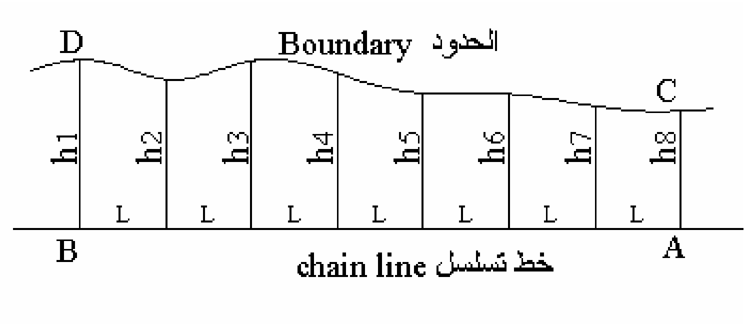
$$\text{Area} = \pi\,.\,s\,.\,(R + r)$$

3.3. الطرق النصف حسابية

وهي خاصة عموما بحساب المساحات الضيقة حيث يمكن تقسيم الأرض إلى شرائح و تستعمل قوانين خاصة بها سوف نتطرق إليها فيما يلي:

- **طريقة أشباه المنحرفات Trapezoidal Method**

يفترض في طريقة أشباه المنحرفات أن تقسم الأرض المراد حساب مساحتها إلى عدة أقسام متساوية المسافة المنتظمة بين بعدين عموديين بحيث أن كل قسم عبارة عن شبه منحرف له عمودان متوازيان ومسافة منتظمة بين هذين العموديين.



الشكل ٢,٧ : مساحة على شكل شبه منحرف

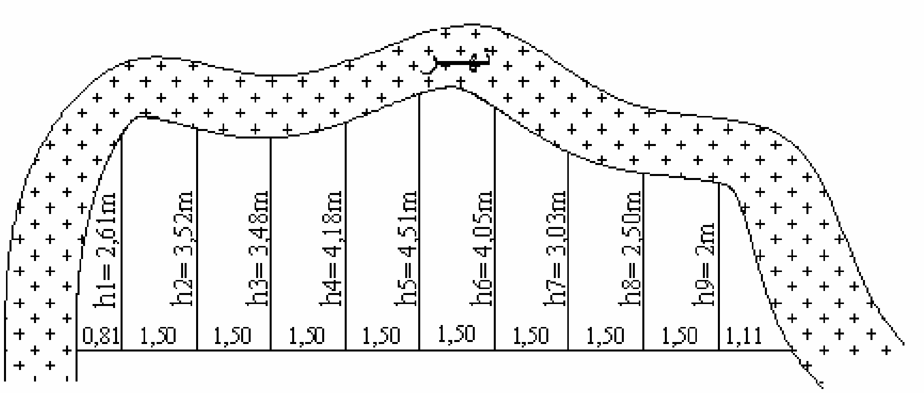
L - المسافة المنتظمة بين بعدين عموديين.

من الشكل ٧،٢ يمكن حساب المساحة ACDB كالتالي:

$$Area = L.(\frac{h_1 + h_n}{2} + h_2 + h_3 + h_4 + ... + h_{n-1})$$

تطبيق١:

أ حسب مساحة الشكل ٧،٣ .



الشكل ٣,٧: مساحة على شكل شبه منحرف

لدينا $h_{n-1} = h_6$

$$Area = L.(\frac{h_1 + h_7}{2} + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6)$$

بالنسبة للمقاطع الموجودة على الطرفين يمكن معالجتهما على أساس مثلثين:

$$س_1 = \frac{2.16 \ x \ 0.81}{2} = 1.06 \ م^2$$

$$س_2 = \frac{2 \ x \ 1.11}{2} = 1.11 \ م^2$$

المجموع $س_أ = س_1 + س_2 = 2.17 \ م^2$

بالنسبة للمساحات المتبقية يمكن حسابها على أساس أشباه منحرفات.
حسب قانون شبه المنحرفات نكتب ما يلي :

المساحة = $Area = L.(\frac{h_1 + h_n}{2} + h_2 + h_3 + h_4 + ... + h_{n-1})$

حيث إن،

- L -المسافة بين البعدين العموديين
- h - مقاس البعد العمودي
- n - عدد مقاسات البعد العمودي

$$س_ب = 1.5 \ (\frac{2 + 2.61}{2} + 3.52 + 3.48 + 4.18 + 4.51 + 4.05 + 3.03 + 2.50)$$

س$_{ب}$ = 41.36 م^2

إذا المسافة الكلية هي:

س = س$_{أ}$ + س$_{ب}$ = 2.17 + 41.36 = 43.53 م^2

- طريقة سيمسون **Simpson's One Third Rule**

هذه الطريقة تعطي نتائج أدق من طريقة أشباه المنحرفات و تستعمل خصوصا إذا كانت حدود الأرض منحنية حيث يمكن اعتبار كل ثلاث نقاط من الحدود عبارة عن منحنى قطع مكافئ. ويمكن كتابة قانون سيمسون كالتالي:

المساحة $= \frac{L}{3}(h_1 + h_n + 2\sum$ (الأعمدة الفردية) $+ 4\sum$ (الأعمدة الزوجية)$)$

L - المسافة بين كل عمودين متتاليين

n - عدد الأعمدة

تطبيق ٢:

لتطبيق قانون سيمسون على نفس التمرين السابق نجد:

المساحة $= \frac{1.5}{3}[(2.61 + 2) + 2(3.48 + 4.51 + 3.03) + 4(3.52 + 4.18 + 4.05 + 2.5)]$

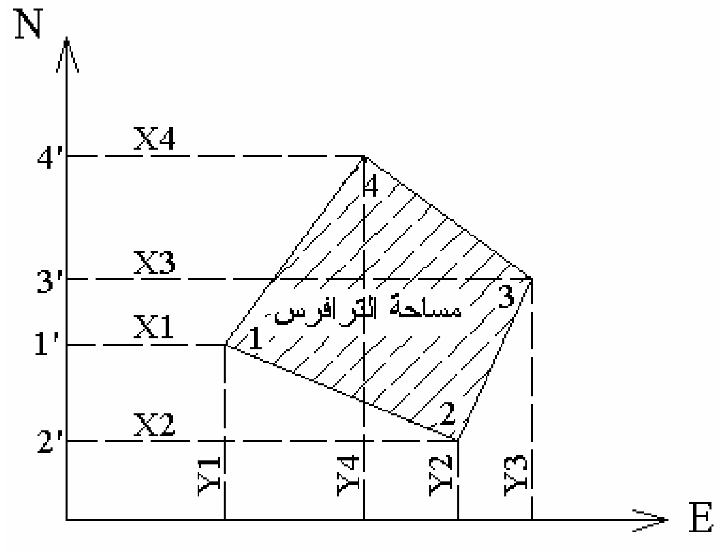
المساحة $= \frac{1.5}{3}(4.61 + 22.04 + 57) = 41.82$ م^2

إذا المساحة الكلية هي : ٤١٫٨٢ + ٢٫١٧ = ٤٣٫٩٩ م^2

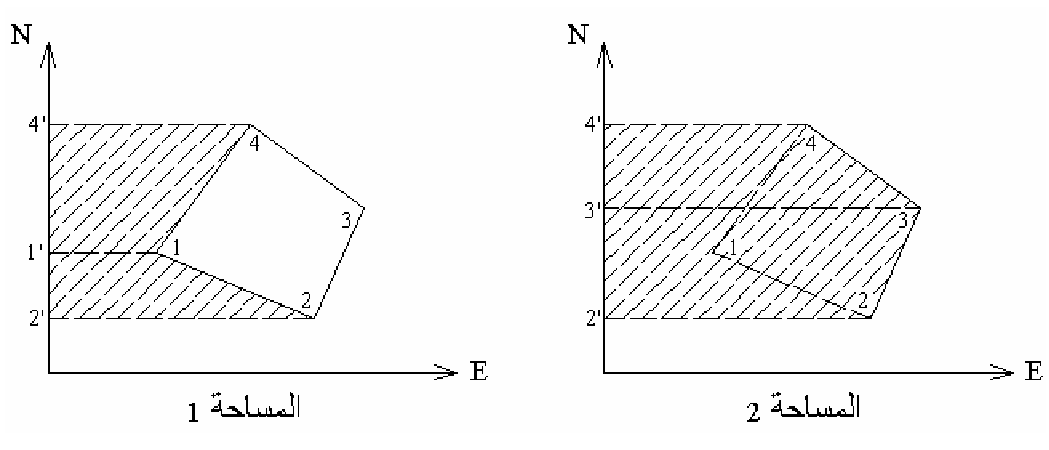
٤. مساحة الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة

- **حساب مساحة الترافرس المغلق بطريقة الإحداثيات**

عند معرفة إحداثيات مركبة (Station) لترافرس مغلق، فإنه يمكن حساب مساحة الترافرس المغلق إما باستعمال جهاز الحاسب أو بالآلة الحاسبة. الشكل ٤،٧ الترافرس المغلق يعطي إحداثيات النقط ١، ٢، ٣، ٤.



الشكل ٤،٧: الترافرس المغلق



الشكل ٥،٧: الطريقة المستخدمة لحساب الترافرس المغلق

مساحة الترافرس = المساحة ٢ – المساحة ١

المساحة ٢ هي مجموع مساحات أشباه المنحرفات $3'344'$ و $2'233'$. و المساحة ١ هي مجموع أشباه المنحرفات $1'144'$ و $2'211'$.

المساحة ٢ = $\frac{1}{2}(X_4 + X_3)(Y_4 - Y_3) + \frac{1}{2}(X_3 + X_2)(Y_3 - Y_2)$

المساحة ١ = $\frac{1}{2}(X_4 + X_1)(Y_4 - Y_1) + \frac{1}{2}(X_1 + X_2)(Y_1 - Y_2)$

المساحة الكلية = المساحة ٢ – المساحة ١

حيث إن المصطلحات المستخدمة هي : س = X و ع = Y

المساحة الكلية = $\frac{1}{2}\left[(\text{س}_4 + \text{س}_3)(\text{ع}_4 - \text{ع}_3) + (\text{س}_3 + \text{س}_2)(\text{ع}_3 - \text{ع}_2) \right]$

$- \frac{1}{2}\left[(\text{س}_4 + \text{س}_1)(\text{ع}_4 - \text{ع}_1) + (\text{س}_1 + \text{س}_2)(\text{ع}_1 - \text{ع}_2) \right]$

و منه المساحة الكلية ،

$= \frac{1}{2}\left[\text{س}_1(\text{ع}_2 - \text{ع}_4) + \text{س}_2(\text{ع}_3 - \text{ع}_1) + \text{س}_3(\text{ع}_4 - \text{ع}_2) + \text{س}_4(\text{ع}_1 - \text{ع}_3) \right]$

مساحة

أجهزة القياس الشاملة

أجهزة القياس الشاملة

٨

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

الجدارة :

تعلّم كيفية استخدام أجهزة المحطة الشاملة و الخطوات الرئيسية للقيام بالتضليع بواسطة جهاز المحطة الشاملة بغية حساب المساحة.

الأهداف :

عندما تكمل هذا الفصل يكون لديك القدرة على معرفة :

- كيفية استعمال أجهزة المحطة الشاملة.
- مجالات استخدام أجهزة المحطة الشاملة.
- الخطوات الرئيسية للقيام بالتضليع بواسطة جهاز المحطة الشاملة.

مستوى الأداء المطلوب : أن يصل الطالب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة **100**٪.

الوقت المتوقع للفصل: ٤ ساعات

الوسائل المساعدة :

- مبادئ عامة في الرياضيات

متطلبات الجدارة :

اجتياز مقرر رياضيات تخصصية –١

١. مقدمة

جهاز القياس الشامل (الشكل ١,٨) عبارة عن جهاز متطور جداً و من خلاله يمكن قياس كل من الزاوية الرأسية و الزاوية الأفقية و المسافة ، بالإضافة إلى معلومات أخرى كثيرة مشتقة من هذه القياسات الثلاثة الأساسية في عملية رصد واحدة. فجميع هذه الأجهزة تستطيع من خلال لمسات أو حركات معينة على الجهاز ، بيان كل من :

- الزاوية الأفقية Horizontal Angle
- الزاوية الرأسية Vertical Angle
- المسافة المائلة Slope Distance
- المسافة الأفقية Horizontal Distance
- المسافة الرأسية Vertical Distance

و النوع المتطور من أجهزة المحطة الشاملة Total Station عبارة عن نظام إلكتروني أتوماتيكي متكامل (سمي في البداية بـ Electronic tacheometer يتألف من ثيودوليت إلكتروني لقراءة الزوايا الأفقية والرأسية) و من جهاز قياس مسافات إلكتروني بالإضافة على آلة تسجيل و تخزين بيانات إلكترونية وحاسبة إلكترونية (Data Collector) حيث يمكن بواسطة هذا النوع المتطور من الأجهزة قراءة و تدوين و حساب الزوايا (الأفقية و الرأسية) و المسافات (الأفقية و المائلة) و الإحداثيات و الارتفاعات و الاتجاهات أتوماتيكيا. و من مميزات هذه الأجهزة هي سهولة الاستعمال و السرعة و الاقتصاد.

الشكل ١،٨: جهاز القياس الشامل

٢. مجالات استخدام أجهزة المحطة الشاملة

هناك مجالات متعددة للإفادة من أجهزة المحطة الشاملة نذكر منها :

- المسح التفصيلي.
- المشاريع الهندسية (توقيع المباني و الطرق و خطوط المجاري و المياه و اقنية الري ...إلخ).
- التضليع (مساحة المضلعات).
- أحمال المسح الدقيق.
- المسح الطبوغرافيا بكافة أشكاله.

٣. مساوئ استخدام أجهزة المحطة الشاملة

تتلخص مساوئ استخدام أجهزة المحطة الشاملة فيما يلي :

- يصعب إجراء التحقيق الميداني أثناء أخذ القياسات إذ لا بد من العودة إلى المكتب وإخراج الحسابات و الرسومات ومن ثم إجراء تحقيق شامل.
- يلزم استخدام فلتر خاص عند رصد الشمس و إلاّ تعرضت وحدة قياس المسافات الإلكترونية (EDM) للعطب.

- أحيانا تنعكس الإشارة المغناطيسية من شيء (جسم أو سطح عاكس ما) غير العاكس نفسه.

٤. التضليع (Traversing) بواسطة جهاز المحطة الشاملة

- يثبت الجهاز رأسيا فوق نقطة مناسبة (I) داخل أو خارج المضلع أو حتى فوق أحد أركان المضلع (الشكل ٢,٨) ذاته مع مراعاة أن يكون موقع هذه النقطة المختارة معلوماً أو مفروض الإحداثيات و يجري ضبط رأسية و أفقية الجهاز تماماً في هذه المحطة.

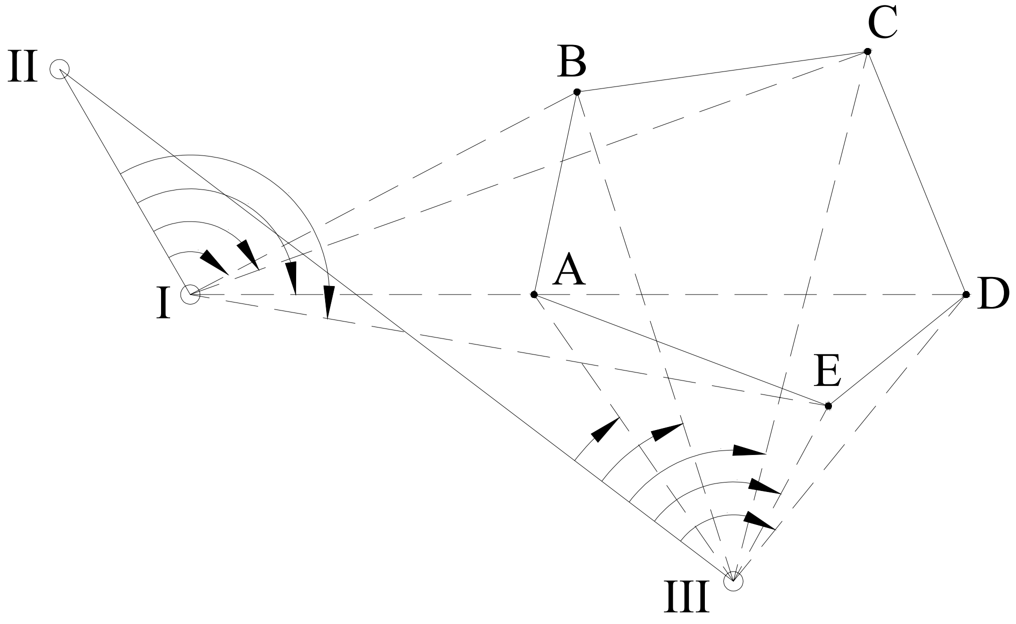
- يوجه منظار الجهاز باتجاه نقطة أخرى معلومة الإحداثيات أو تشكل مع محطة الرصد (المحطة المثبت فوقها الجهاز) خطأ معلوم الأزموث (الانحراف الكلي عن الشمال) أو سيجرى قياسه بالرصد الفلكي أو باستخدام البوصلة كما يمكن حساب أزموث خط بمعلومية إحداثيات طرفية((I) و (II) على سبيل المثال الحالي).

و النوع المتطور من أجهزة المحطة الشاملة Total Station عبارة عن نظام إلكتروني أتوماتيكي متكامل (سمي في البداية بـ Electronic tacheometer يتألف من ثيودوليت إلكتروني لقراءة الزوايا الأفقية والرأسية) و من جهاز قياس مسافات إلكتروني بالإضافة على آلة تسجيل و تخزين بيانات إلكترونية وحاسبة إلكترونية (Data Collector) حيث يمكن بواسطة هذا النوع المتطور من الأجهزة قراءة و تدوين و حساب الزوايا (الأفقية و الرأسية) و المسافات (الأفقية و المائلة) و الإحداثيات و الارتفاعات و الاتجاهات أتوماتيكيا. و من مميزات هذه الأجهزة هي سهولة الاستعمال و السرعة و الاقتصاد.

- تصفر دائرة الزوايا الأفقية بينما الرصد باتجاه النقطة (II) من النقطة (I).

- الآن يلف المنظار باتجاه دوران عقارب الساعة لرصد كافة أركان المضلع (إذا أمكن رؤيتها جميعا من محطة الرصد I التي يجرى عادة اختيارها و اختيار أركان المضلع نفسه بحيث تحقق هذا الهدف المتمثل بإمكانية رؤية كافة أركان المضلع من محطة رصد واحدة في مثالنا هذا). من الطبيعي أن يجرى تثبيت العاكس (بالعدد المناسب و اللازم من

العدسات العاكسة) فوق كل ركن من أركان المضلع (E,D,C,B,A) عند إجراء الرصد باتجاهه لغايات القياس و التسجيل الآلي للمسافات و الزوايا (الأفقية و الرأسية).



الشكل ٢،٨: جهاز القياس الشامل

- بعد ذلك بإمكان جهاز المحطة الشاملة الأتوماتيكي حساب و تخزين و إظهار (على شاشة الجهاز نفسه) قيم الزوايا الأفقية و الرأسية و الانحرافات (Azimuths) و المسافات الأفقية و المائلة لخطوط القياس (IE, ID, IC, IB, IA) و كذلك إحداثيات أركان المضلع (E, D, C, B, A) و فروق الارتفاعات أو / و المناسيب (إذا تم تغذية الجهاز بالمنسوب المعلوم أو المفروض لنقطة الرصد I) و معلومات أخرى وفقا للمطلوب و لنوع الجهاز ز نوع و عدد و كفاءة برامج الحاسوب و الملحقات الأخرى (أدوات حساب و تجميع و تسجيل و تخزين المعلومات الإلكترونية).

- بعد ذلك يجرى الانتقال إلى محطة رصد جديدة بجوار المحطة السابقة (I) ، و لتكن (III) كما هو مبين على الشكل 2.8 ، شريطة أن تكون إحداثياتها معلومة و تتبع نفس المرجعية المعتمدة لمحطة الرصد الأولى (I). نقوم بأتباع نفس الخطوات المذكورة سابقا مع تغيير فقط موقع محطة الرصد من (I) إلى (III). و عند توافق أو تقارب النتائج يجرى

اعتماد القيم المتوسطة للمسافات و الانحرافات و المناسيب (أو / و فروق الارتفاعات) و الإحداثيات الناتجة عن عمليتي الرصد من كلتا المحطتين (I) و (II).

- **ملاحظة**

في حالة وجود مضلع كبير أو / و عدم إمكانية رؤية كافة أركان المضلع من محطة رصد واحدة، عندها يمكن اتباع نفس الخطوات السابقة و لكن باختيار عدد أكبر من محطات الرصد.

١..يوسف صيام (١٩٩٧) ، المساحة بالأجهزة الإلكترونية،الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

٢. يوسف صيام ، (١٩٨٣)، أصول في المساحة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

٣.محمود حسني عبد الرحيم & محمد رشاد الدين مصطفى حسين ، (١٩٨٤)، المساحة التفصيلية والطبوغرافية ن الجزء الأول، دار الراتب الجامعية، بيروت لبنان.

٤. محمود حسني عبد الرحيم & محمد رشاد الدين مصطفى حسين ، (١٩٨٥)، المساحة التفصيلية والطبوغرافية ن الجزء الثاني، دار الراتب الجامعية، بيروت لبنان.

٥. حسان عياد (١٩٧٤) ، مبادئ المساحة ، دار النهضة العربية للطباعة و النشر ، بيروت.

٦. علي شكري ، محمود حسني & محمد رشاد الدين مصطفى (١٩٩٩)، المساحة المستوية: طرق الرفع و التوقيع، منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر.

٧. محمود حسني عبد الرحيم & محمد رشاد الدين مصطفى (١٩٨٣)، مبادئ المساحة المستوية و الطبوغرافية، منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر..

٨. محمد نبيل على شكري (١٩٩٨) ، المساحة المستوية و الطبوغرافية، منشأة المعارف بالإسكندرية، مصر.

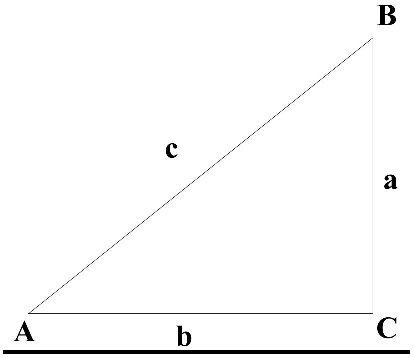
٩. أنور سيالة & مفتاح دخيل (١٩٩٩)، مقدمة علم المساحة، المكتب الجامعي الحديث ، الأزاريطة، الإسكندرية.

10. Barry F. kavanagh (1997), Surveying : with construction applications. 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey, U.S.A.

11. James R. Wirshing & Roy H. Wirshing (1985) Theory and Problems of Introductory Surveying, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill.

جداول بعض العلاقات الرياضية

١. Right Angles



$$\sin A = \frac{a}{c} = \cos B$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \sin B$$

$$\tan A = \frac{a}{b} = \cot B$$

$$\sec A = \frac{c}{b} = \operatorname{cosec} B$$

$$\operatorname{cosec} A = \frac{c}{a} = \sec B$$

$$\cot A = \frac{b}{a} = \tan B$$

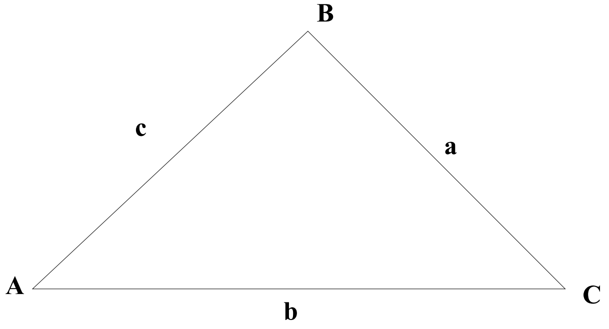
٢. Derived Relationships

$$a = c \sin A = c \cos B = b \tan A = b \cot B = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = c \cos A = c \sin B = a \cot A = a \tan B = \sqrt{c^2 - a^2}$$

$$c = \frac{a}{\sin A} = \frac{a}{\cos B} = \frac{b}{\sin B} = \frac{b}{\cos A} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

٣. Oblique Triangles



a- Sine Law

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

b- Cosine Law

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2\,bc\cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2\,ac\cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2\,ab\cos C$$

٤. General Trigonometric Formulas

$$\sin A = 2\sin\frac{1}{2}A\cos\frac{1}{2}A = \sqrt{1-\cos^2 A} = \tan A\cos A$$

$$\cos A = 2\cos^2\frac{1}{2}A - 1 = 1 - \sin^2\frac{1}{2}A$$

$$\cos A = \cos^2\frac{1}{2}A - \sin^2\frac{1}{2}A = \sqrt{1-\sin^2 A}$$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A} = \frac{\sin 2A}{1+\cos 2A} = \sqrt{\sec^2 A - 1}$$

Addition and Subtraction Identities -a

$$\sin(A \pm B) = \sin A \, . \cos B \;\pm\; \sin B \, . \cos A$$

$$\cos(A \pm B) = \cos A \, . \cos B \;\pm\; \sin A \, . \sin B$$

$$\tan(A \pm B) = \frac{\tan A \pm \tan B}{1 \pm \tan A \, . \tan B}$$

$$\sin A + \sin B \;=\; 2 \sin \frac{1}{2}(A + B) \, . \sin \frac{1}{2}(A - B)$$

$$\sin A - \sin B \;=\; 2 \cos \frac{1}{2}(A + B) \, . \sin \frac{1}{2}(A - B)$$

$$\cos A + \cos B \;=\; 2 \cos \frac{1}{2}(A + B) \, . \cos \frac{1}{2}(A - B)$$

$$\cos A - \cos B \;=\; 2 \sin \frac{1}{2}(A + B) \, . \sin \frac{1}{2}(A - B)$$

double-Angle Identities -b

$$\sin 2A = 2 \sin A \, . \cos A$$

$$\cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A = 1 - 2\sin^2 A = 2\cos^2 A - 1$$

$$\tan 2A = \frac{2 \tan A}{1 - \tan^2 A}$$

Half-Angle Identities -c

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos A}{2}}$$

$$\cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos A}{2}}$$

$$\tan \frac{A}{2} = \frac{\sin A}{1 + \cos A}$$

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول: مقدمة عامة في المساحة	١
تعريف المساحة	٢
أنواع المساحة	٢
تصنيف المساحة حسب طرق تنفيذها	٣
تصنيف المساحة حسب أغراضه	٥
مصطلحات أساسية و تعاريف	٦
المبادئ الأساسية للمساحة	٩
الخطوات الرئيسية للرفع المساحي	١٠
القياسات المساحية و وحدتها	١٠
القياسات المساحية	١٠
وحدات القياس	١١
العلاقة بين وحدات الزوايا	١٣
طرق تدوين الأرصاد المساحية	١٣
الكتابة الوصفية	١٤
تسجيل الأرصاد على رسم كروكي	١٤
تسجيل الأرصاد في جداول	١٤
تسجيل الأرصاد باستخدام الرسم و الجداول	١٤

الفصل الثاني : قياس المسافات الأفقية

١. مقدمة ١٧
٢. قياس المسافات الأفقية ١٧
٢,١. الطريقة المباشرة ١٨
٢,٢. الطريقة الغير مباشرة ٢٠
٣. طرق قياسات المسافات ٢١
١,٣. قياس المسافات باستخدام الخطوة ٢١
٢,٣. قياس المسافات بواسطة الأشرطة ٢٢
٤. الأدوات المستخدمة في قياس المسافات بالشريط ٢٥
٥. الأخطاء في قياس الأطوال بالشريط و تصحيحها ٢٩
١,٥. الخطأ في طول الشريط ٣٠
٢,٥. الخطأ الناشئ من اختلاف درجة الحرارة ٣١
٣,٥. الخطأ الناشئ عن زيادة أو نقصان قوة الشد المطبقة ٣١
٦. قياس المسافات إلكترونيا ٣٢
١,٦. التصنيف تبعا لمدى القياس ٣٢
1.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية قصيرة المدى ٣٢
2.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية المتوسطة المدى ٣٦
3.1.6. أجهزة قياس المسافات الإلكترونية بعيدة المدى ٣٦
٢,٦. التصنيف لطول الموجة المغناطيسية المستخدمة ٣٦
1.2.6. أجهزة القياس الكهروبصرية ٣٧
2.2.6. أجهزة القياس الإلكترونية
التي تعمل على الموجات الدقيقة ٣٨
3.2.6. أجهزة القياس الإلكترونية
التي تعمل على الموجات اللاسلكية الطويلة ٣٨

الفصل الثالث : المساحة التفصيلية

١. المقدمة ٣٩
٢. تعريفات و مصطلحات أساسية ٤٠
٣. المساحة بالشريط ٤١
١,٣. خطوات المساحة بالشريط ٤١
٢,٣. النقاط التي يؤخذ عندها الأعمدة ٤٢
٤. مقاييس الرسم ٤٥
١,٤. أصناف المقاييس ٤٥
٢,٤. أنواع المقاييس ٤٥
1.2.4. التعبير الفظي أو الكتابي ٤٥
2.2.4. المقياس الكسري ٤٦
٣,٢,٤. المقاييس التخطيطية ٤٦
٥. الخرائط المساحية و استعمالها ٤٨
١,٥. مقدمة ٤٨
٢,٥. العلاقة بين خطوط الخريطة و ما يقابله في الطبيعة ٤٩
٣,٥. الإشارات و المصطلحات ٤٩

الفصل الرابع : قياس الزوايا و الاتجاهات

١. مقدمة ٥٢
2. الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتحديد زوايا ٥٣
١,٢. الاتجاه المغناطيسي ٥٣
٢,٢. الاتجاه الجغرافي ٥٣
٣,٢. الاتجاه المفترض ٥٥
٣. طرق تعيين الاتجاهات ٥٥

٤. أجهزة قياس الزوايا ٦٢
١,٤. البوصلة ٦٢
٢,٤. اللوحة المستوية ٦٥
٣,٤. السكستان ٦٥
٤,٤. المثلث المرئي ٦٥
٥,٤. جهاز المزواة (جهاز الثيودوليت) ٦٦
٥. حساب الإحداثيات ٧٠
الفصل الخامس : الميزانية
١. مقدمة ٧٣
٢. تعاريف أساسية ٧٣
٣. التسوية المثلثية ٧٥
٤. التسوية بالميزان ٧٦
١,٤. مبادئ التسوية بالميزان ٧٦
٢,٤. الميزان ٧٧
٣,٤. القامة ٨١
٥. تطبيقات التسوية ٨٧
١,٥. الميزانية الفرقية ٨٩
٢,٥. الميزانية الشبكية ٩١
٦. خطوط الكنتور ٩٢
١,٦. خواص خطوط الكنتور ٩٢
٢,٦. الفاصل الكنتوري ٩٣
٣,٦. عمل خريطة كنتورية ٩٤
الفصل السادس : حساب الحجوم و تسوية الأراضي
١. مقدمة ٩٧
٢. قوانين حجوم الأجسام الهندسية ٩٧

٣. الحجوم في القطاعات الطولية و العرضية ١٠٧
4. الحجوم في الميزانية الشبكية ١٠٩
5. الحجوم من خطوط الكنتور ١١٦
الفصل السابع : حساب المساحات
1. مقدمة ١١٩
٢. مصادر تقدير المساحات ١١٩
٣. طرق إيجاد المساحات ١١٩
١,٣. الطرق الميكانيكية ١٢١
٢,٣. الطرق الحسابية ١٢٦
3.3. الطرق النصف حسابية ١٢٨
٤. مساحة الأشكال المحددة بخطوط مستقيمة ١٣٠
الفصل الثامن : أجهزة القياس الشاملة
1. مقدمة ١٣٣
٢. مجالات استخدام أجهزة المحطة الشاملة ١٣٤
٣. مساوئ استخدام أجهزة المحطة الشاملة ١٣٤
٤. التضليع بواسطة جهاز المحطة الشاملة ١٣٥
المراجع **١٣٨**

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

BAE SYSTEMS